E 63/25
Orig. I

63
25

УЧЕБНОЕ ПОСОБІЕ

ПО ПРЕДМЕТУ

НИЗШЕЙ ГЕОДЕЗІИ.

ОТДѢЛЪ I.

СОСТАВЛЕННЫЙ, ДЛЯ ВОСПИТАННИКОВЪ МЕЖЕВЫХЪ УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ, ПРЕПОДАВАТЕЛЕМЪ ГЕОДЕЗІИ ВЪ КОНСТАНТИНОВСКОМЪ МЕЖЕВОМЪ ИНСТИТУТѢ,

ИНЖЕНЕРЪ-КАПИТАНОМЪ

В. ЛАРІОНОВЫМЪ

ВЪ 1866 ГОДУ.

МОСКВА.

—

1867.

УЧЕБНОЕ ПОСОБІЕ

ПО ПРЕДМЕТУ

НИЗШЕЙ ГЕОДЕЗІИ

ОТДѢЛЪ I.

СОСТАВЛЕННЫЙ ДЛЯ ВОСПИТАННИКОВЪ МЕЖЕВЫХЪ УЧЕБНЫХЪ ЗАВЕДЕНІЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМЪ ГЕОДЕЗІИ ВЪ КОНСТАНТИНОВСКОМЪ МЕЖЕВОМЪ ИНСТИТУТѢ,

ИНЖЕНЕРЪ-КАПИТАНОМЪ

В. ЛАРІОНОВЫМЪ

§1/V-34 ИД

въ 1866 году.

МОСКВА.

—

1867.

Печатано съ разрѣшенія Господина Управляющаго Межевымъ Корпусомъ.

Въ Типографіи Грачева и Комп. У Пречистенскихъ воротъ д. Милюковой.

2007098237

ЕГО ПРЕВОСХОДИТЕЛЬСТВУ

УПРАВЛЯЮЩЕМУ МЕЖЕВЫМЪ КОРПУСОМЪ, ПОПЕЧИТЕЛЮ КОНСТАНТИНОВСКАГО МЕЖЕВАГО ИНСТИТУТА, СЕНАТОРУ

ИВАНУ МИХАЙЛОВИЧУ

ГЕДЕОНОВУ.

Съ глубокимъ уваженіемъ, посвящаетъ трудъ свой авторъ.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Значительныя требованія на книгу учебное пособіе по предмету Низшей Геодезіи, составленную мною въ 1862 году для вольныхъ слушателей Спеціальнаго курса Лѣсоводства при лѣсномъ Институтѣ, дали мнѣ смѣлость принять на себя трудъ приступить къ составленію руководства по предмету Низшей Геодезіи для воспитанниковъ Межевыхъ Учебныхъ Заведеній.

Предлагаемый курсъ заключаетъ въ себѣ только 1-й отдѣлъ, т. е. Геодезическую съемку, при составленіи котораго я имѣлъ въ виду слѣдующія данныя: во первыхъ, указанія Господина Управляющаго Межевымъ Корпусомъ, которыя онъ желаетъ положить въ основу межевой съемкѣ, сообразно съ современнымъ состояніемъ науки, и во вторыхъ, что при настоящемъ устройствѣ учебной части въ Межевомъ Институтѣ воспитанники, которые должны будутъ слушать курсъ Геодезіи, совершенно ознакомлены съ прямолинейною Тригонометріею (какъ наукою необходимою для исполненія точныхъ геодезическихъ работъ) и съ отдѣломъ Физики о свѣтѣ.

Выпуская этотъ отдѣлъ, я льщу себя надеждою на то вниманіе читающей публики, которое оказала она мнѣ, постоянно дѣлая требованія на мое первое изданіе и котораго въ настоящее время въ продажѣ уже нѣтъ. Если выпускъ этотъ удостоится того же благосклоннаго пріема, то я поставлю себѣ въ пріятную обязанность немедленно приступить къ составленію втораго выпуска, который будетъ заключать въ себѣ: топографическую съемку, проэкціи и составленіе картъ, и эти два отдѣла будутъ обнимать весь курсъ, назначенный для Землемѣрныхъ классовъ Межевыхъ Учебныхъ Заведеній.

Капитанъ Ларіоновъ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ГЛАВА I.

стран.

Предварительныя понятія 1

ГЛАВА II.

Инструменты и способы для нанесенія измѣренныкъ линій на бумагу.

§ 1. Выборъ: линейки, треугольника, циркуля и рейсфедера. . . . . 6 и 7

Штангенъ циркуль простой (8). Ноніусъ (8). Штангенъ циркуль съ ноніусомъ (10). Пропорціональный циркуль (10).

§ 2. Понятіе о масштабѣ. 11

§ 3. Опредѣленіе численнаго масштаба по линейному и обратно 12

§ 4. Поперечный масштабъ 14

ГЛАВА III.

Общее понятіе о измѣреніи угловъ и частяхъ угломѣрныхъ снарядовъ.

§ 5. Начала, на которыхъ основано устройство всѣхъ угломѣрныхъ снарядовъ. 18

§ 6. Части, составляющія угломѣрный снарядъ. . . . 19

ГЛАВА IV

Инструменты и способы для измѣренія и нанесенія угловъ на бумагу.

§ 7. Транспортиры 27

§ 8. Точность нанесенія и измѣренія угловъ. 33

ГЛАВА V.

Инструменты и способы для измѣренія линій на мѣстности.

стран.

§ 9. Вѣшеніе линій. 34
§ 10. Мѣрная цѣпь 37
§ 11. Опредѣленіе истинной длины линіи, измѣренной невѣрною цѣпью 40
§ 12. Опредѣленіе горизонтальнаго проложенія измѣренныхъ наклонныхъ линій. 42
§ 13. Инструменты для измѣренія угловъ наклоненій . . 45
§ 14. Точность измѣренія линій цѣпью 48
§ 15. Измѣреніе линій жезлами. . . . . —
§ 16. Мѣрная тесьма 50
§ 17. Мѣрный шнуръ . . . . . —
§ 18. Дальномѣръ. 51

ГЛАВА VI.

Инструменты съ постоянными углами.

§ 19. Крестообразный эккеръ. 54
§ 20. Цилиндрическій эккеръ 55
§ 21. Употребленіе простыхъ эккеровъ 56
§ 22. Теорія двузеркальныхъ эккеровъ 58
§ 23. Двузеркальный эккеръ Корсакова . . . . . —
§ 24. Двузеркальный эккеръ съ неподвижными зеркалами. 60
§ 25. Двупризменный эккеръ. . . . . —

ГЛАВА VII.

Инструменты, дающіе градусную величину угловъ.

§ 26. Предварительныя понятія. 62
§ 27. Понятіе объ азимутахъ и румбахъ 66
§ 28. Перечисленіе азимутовъ на румбы и обратно . . 67
§ 29. Опредѣленіе истинныхъ азимутовъ и румбовъ по даннымъ магнитнымъ и по данному склоненію стрѣлки 68
§ 30. Буссоль съ діоптрами 70
§ 31. Измѣреніе магнитныхъ азимутовъ буссолью и нанесеніе ихъ на бумагу 74
§ 32. Буссоль Шмалькальдера 75
§ 33. Буссоль Бюрньера 76

стран.

§ 34. Опредѣленіе склоненія магнитной стрѣлки. . . . 77
§ 35. Проведеніе параллельныхъ и перпендикулярныхъ линій помощію буссоли 78
§ 36. Опредѣленіе неприступныхъ разстояній . . . . —
§ 37. Съемка буссолью криволинейныхъ контуръ . . . 80
§ 38. Съемка буссолью сомкнутыхъ контуръ. 81
§ 39. Нанесеніе снятыхъ границъ на бумагу. 83
§ 40. Несмыкаемость (невязка) фигуръ 85
§ 41. Когда буссоли могутъ быть употреблены съ особою пользою. 87

ГЛАВА VIII.

Астролябія.

§ 42. Астролябія на баксѣ 88
§ 43. Астролябія съ микрометреннымъ движеніемъ. . . 89
§ 44. Астролябія съ зрительною трубою 94
§ 45. Пантометръ. 99
§ 46. Теодолиты 102

ГЛАВА IX.

Измѣреніе угловъ.

§ 47. Измѣреніе угловъ астролябіею съ діоптрами. . . 109
§ 48. Грубая повѣрка астролябическихъ угловъ румбическими 111
§ 49. Измѣреніе вертикальныхъ угловъ астролябіею на баксѣ 114
§ 50. Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ астролябіею съ трубою и пантометромъ . . . . . —
§ 51. Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ . 115
§ 52. Приведеніе угловъ къ центру стоянія 120
§ 53. Опредѣленіе неприступныхъ разстояній 124
§ 54. Опредѣленія истиннаго азимута данной линіи и опредѣленіе склоненія магнитной стрѣлки . . 125
§ 55. Общія правила при обходѣ окружныхъ границъ съ астролябіею. 127
§ 56. Примѣръ обхода окружной границы съ астролябіею, съ діоптрами и веденіе при этомъ абриса и геодезическаго журнала. 129
§ 57. Примѣръ граничнаго обхода съ астролябіею, съ трубою (и съ теодолитомъ) 132
§ 58. Наложеніе снятыхъ границъ на планъ 136

стран.

§ 59. Примѣръ накладки 145
§ 60. Съемка внутренней ситуаціи 154
Снятіе полосъ 161
§ 61. Привязка окружныхъ межъ къ признакамъ естественнымъ, или къ пунктамъ тригонометрической сѣти 162
§ 62. Розысканіе въ натурѣ границъ по данному плану. 167

ГЛАВА X.

Инструменты и способы для вычисленія количества земли въ снятыхъ участкахъ.

§ 63. Вычисленіе площадей изъ непосредственныхъ измѣреній въ натурѣ 170
§ 64. Вычисленіе площадей разбивкою на части. . . . 174
§ 65. Исчисленіе площадей плановъ помощію особыхъ инструментовъ 176
§ 66. Вычисленіе площадей плановъ помощію планиметра Амслера и соглашеніе вычисленій . . . 184
§ 67. Волосяная сѣтка 187
§ 68. Замѣчаніе на исчисленіе площадей 188

ГЛАВА XI.

Дѣленіе дачъ.

§ 69. Дѣленіе дачъ по количеству земли 188
§ 70. Дѣленіе дачъ по цѣнности земли 190
§ 71. Проведеніе раздѣльныхъ линій помощію координатъ. 193
§ 72. Дѣленіе пахатной земли на десятины 195

ГЛАВА XII.

Перерисовка плановъ.

§ 73. Перерисовка плановъ безъ измѣненія масштаба. . 196
§ 74. Перерисовка плановъ съ измѣненіемъ ихъ масштаба. 198
§ 75. Пантографъ. 199
§ 76. Обыкновенный пантографъ 200
§ 77. Пантографъ Гавара 203

ГЛАВА XIII.

Мензула.

стран.

§ 78. Устройство разныхъ мензулъ 207
Устройство штативовъ мензулъ: 1) Мюнхенской (207).—2) Рейсснга (208). —3) Блокъ мензулы (209).—4) Стефана 209.—5) Эртеля (210).
§ 79. Инструменты, принадлежащіе къ мензулѣ. . . . 210
§ 80. Оріентированіе мензулы по данной линіи. . . . 222
§ 81. Графическое нанесеніе на мензулу угловъ мѣстности. —

ГЛАВА XIV.

§ 82. Опредѣленіе третьей точки по двумъ даннымъ на мензулѣ и на мѣстности 223

ГЛАВА XV.

§ 83. Опредѣленіе четвертой точки по тремъ точкамъ, даннымъ на мензулѣ и на мѣстности. . . . 226
§ 84. Опредѣленіе четвертой точки черезъ обороты мензулы 227
§ 85. Опредѣленіе четвертой точки по тремъ даннымъ, помощію ошибочнаго треугольника (треугольника погрѣшностей) 229
§ 86. Способы Боненбергера и Нетто, для опредѣленія четвертой точки, помощію ошибочнаго треугольника. 231
§ 87. Приготовленіе мензульной доски для съемокъ . . 233

ГЛАВА XVI.

Производство подробной съемки мензулою.

§ 88. Общія понятія. 234
§ 89. Составленіе геометрической сѣти. 235
§ 90. Составленіе сѣти по перенесеннымъ точкамъ и направленіямъ 241
§ 91. Производство съемки контуръ мѣстности 246
1) Засѣчками (246); 2) Обходомъ (247); 3) Промѣрами изъ одной точки стоянія (248); 4) Промѣрами (249) и 5) Помощію параллельныхъ линій (250).

стран.

§ 92. Съемка мензулою черезполосныхъ владѣній . . . 251
§ 93. Повѣрка мензульной съемки. . . . . —
§ 94. Практическія замѣчанія при производствѣ съемки мензулою. 252

ГЛАВА XVII.

Дальномѣры.

§ 95. Дальномѣръ Эртеля. 253
§ 96. Дальномѣръ по методѣ Штампфера 257
§ 97. Дальномѣръ Эртели съ уровнемъ на кругѣ. . . . 260

НИЗШАЯ ГЕОДЕЗІЯ.

ГЛАВА I.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЯ ПОНЯТІЯ.

а) Предметъ Геодезіи и ея раздѣленіе.

Геодезія есть та часть прикладной математики, которая занимается: а) изслѣдованіемъ вида и величины земли, b) измѣреніемъ различныхъ частей земной поверхности и с) изображеніемъ измѣренныхъ частей на бумагѣ въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ.

Геодезію раздѣляютъ на Низшую и Высшую.

Низшая Геодезія, принимая землю за правильный шаръ, имѣетъ своимъ предметомъ: измѣреніе такихъ малыхъ частей земной поверхности, которыя могутъ быть приняты за плоскости, и научаетъ, какъ эти измѣренныя части изображать на бумагѣ въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ.

Высшая Геодезія, имѣетъ своимъ предметомъ: а) изслѣдованіе фигуры и величины земли. b) измѣреніе тѣхъ значительныхъ частей земной поверхности, которыя не могутъ быть приняты за плоскости и с) учитъ какъ изображать измѣренныя части на бумагѣ.

б) Предѣлы дѣйствій Низшей Геодезіи.

Низшая Геодезія можетъ производить свои дѣйствія только на той части земной поверхности, которая можетъ быть принята за плоскость, а величина такой части есть 10000 квадратныхъ верстъ.

Примѣчаніе. Чтобы найдти величину той части земной поверхности, которая можетъ быть принята за плоскость, то должно только

найдти линейную длину той дуги большаго круга (*), которая безъ всякой погрѣшности можетъ быть принята за прямую линію, и очевидно, что часть земной поверхности, имѣющая длину и ширину равную этой дугѣ, будетъ представлять собою плоскость. Для опредѣленія же длины этой дуги поступаютъ такъ: зная, что Низшая Геодезія принимаетъ землю за правильный шаръ, имѣющій радіусъ въ 5973 версты или въ 2986500 саженъ, сначала опредѣляютъ длину окружности большаго земнаго круга, которая (по формулѣ $O = 2\Pi R$; принявъ $\Pi = 3{,}14159265$) будетъ равна 18764734.74 саженямъ. отъ раздѣленія этой величины на 360 получится длина дуги въ одинъ градусъ, равная 52124.26 саженямъ. т. е. (чер. 1) линейная длина дуги $aDb = 52124{,}26$. Теперь опредѣлимъ длину касательной и длину хорды, соотвѣтствующей дугѣ въ одинъ градусъ, изъ прямоугольныхъ треугольниковъ (чер. 1):

$$ADM;\ AD = DM \,.\, tg\,30'$$

$$afM;\ af = aM \,.\, sin\,30'\ ,\ \text{но}$$

AD составляетъ половину касательной AB, а $a.f$ составляетъ половину хорды ab, слѣдовательно

$$AB = 2DM \,.\, tg\,30'$$

$$ab = 2aM \,.\, sin\,30' \text{ или}$$

$$ab = 2DM \,.\, sin\,30' \text{ откуда}$$

касательная $AB = 52125{,}58$

хорда $ab = 52123{,}60$

дуга $aDb = 52124{,}26.$

Сравнивъ длину дуги въ одинъ градусъ съ отвѣтственною ей хордою и касательною видимъ, что длина дуги болѣе своей хорды на 0,66 сажени и менѣе касательной на 1,32 сажени; стало быть дугу большаго круга длиною въ 100 верстъ или въ 50000 саженъ, (т. е. немного менѣе одного градуса), совершенно безъ погрѣшности можно принять за прямую линію, слѣдовательно часть поверхности земнаго шара, имѣющая 100 верстъ въ длину и 100 верстъ въ ширину, или 10000 квадратныхъ верстъ, тоже безъ погрѣшности можетъ быть принята за плоскость.

(*) Большимъ кругомъ называется тотъ, плоскость котораго проходитъ чрезъ центръ шара.

Часть земной поверхности, имѣющая площадь болѣе 10000 квадратныхъ верстъ, можетъ быть снята только способами Высшей Геодезіи. Теперь представляется вопросъ „если Низшая Геодезія можетъ снимать пространства, въ 10000 квадр. верстъ, то стало быть всякая поверхность можетъ быть снята тѣми же способами, только нужно предварительно раздѣлить ее на части не превышающія этого предѣла“ но этого въ самомъ дѣлѣ сдѣлать не возможно потому что эти части будучи отдѣльно сняты помощію Низшей Геодезіи, при соединеніи ихъ на плоскости не составятъ точнаго изображенія данной части земной поверхности, на томъ основаніи что соединивъ ихъ получимъ плоскость, а между тѣмъ эти снятыя части на мѣстности образуютъ часть шаровой поверхности, которая безъ особыхъ пріемовъ не можетъ быть развернута на плоскость подобно поверхностямъ конической и цилиндрической.

в) Горизонтальная плоскость и ея назначеніе при дѣйствіяхъ Низшей Геодезіи.

Горизонтальною плоскостью принято называть плоскость перпендикулярную къ земному радіусу, (въ природѣ направленіе ея представляетъ поверхность спокойно стоящей жидкости въ сосудѣ).

Направленіе же земнаго радіуса опредѣляется направленіемъ свободно висящей нити съ грузомъ на концѣ.

Плоскость, проходящую чрезъ радіусъ земли, принято называть вертикальною плоскостью.

Часть земной поверхности, принимаемая за плоскость, вслѣдствіе неровностей, не можетъ быть изображена на бумагѣ въ томъ видѣ, какъ она дѣйствительно есть, потому что бумага представляетъ собою плоскость; но плоскость какъ извѣстно можетъ быть проведена чрезъ три точки, данныя въ пространствѣ; стало быть всѣ точки этой поверхности не могутъ совмѣститься на одну плоскость; а потому, чтобы можно было ихъ изобразить на одной плоскости, то и принято: а) снятую мѣстность прокладывать на горизонтальную плоскость и b) полученную уже отъ того проэкцію наносить на бумагу въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ.

Чтобы умѣть находить проэкціи снятыхъ фигуръ, то понятно, что должно умѣть находить проэкціи точекъ и линій, потому что всѣ фигуры мѣстности состоятъ изъ линій и точекъ.

Проэкціи точекъ и линій находятся такимъ образомъ: (чер. 2). Пусть AB и AD есть извѣстныя линіи, лежащія на мѣстности, а MN есть горизонтальная плоскость. Опустивъ перпендикуляры изъ точекъ A, B, D, на плоскость MN получимъ на ней точки m, n, p, изъ которыхъ: точка m будетъ проэкція точки A, n будетъ проэкція точки B, p будетъ проэкція точки D. Соединивъ эти точки соотвѣтственно точкамъ мѣстности,

т. е. n съ m, а m съ p, получимъ линіи mn, которая будетъ проэкціею линіи AB и mp, которая будетъ проэкціею линіи AD: а уголъ nmp будетъ проэкціею угла BAD.

Отсюда ясно видно, что если линіи мѣстности AB и AD будутъ параллельны съ плоскостію MN, то полученныя проэкціи будутъ равны ихъ длинѣ; въ противномъ же случаѣ проэкція всегда будетъ менѣе измѣренія.

Если встрѣтится уголъ B A'D (чер. 3), лежащій въ вертикальной плоскости, то проэкція его будетъ уголъ въ 180 градусовъ, или прямая линія $n'p'$, гдѣ точка m будетъ проэкціею вершины этого угла.

Проэкція же вертикальной линіи, напримѣръ D F' (чер. 3), будетъ только точка O.

Для нахожденія проэкціи всей снятой мѣстности, проэктируютъ вершины всѣхъ угловъ на ту горизонтальную плоскость, которая перпендикулярна къ радіусу земли, проведенному въ средину снятой мѣстности.

Предположимъ, что требуется найти проэкцію многоугольника ABDEFH (чер. 4), для этого сначала находимъ проэкціи точекъ A, B, D, E, F, и H, которыя будутъ a, b, f, h, k и l, соединивъ эти точки соотвѣтственно линіямъ мѣстности получимъ многоугольникъ $abfhkl$, который и будетъ проэкціею даннаго многоугольника ABDEFH. Перенеся найденную, такимъ образомъ проэкцію на бумагу, въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ получимъ планъ данной мѣстности.

Высшая Геодезія при дѣйствіяхъ своихъ полагаетъ снятую мѣстность не на плоскость, а на ту сферическую поверхность, которая образуется, если вообразить, что поверхность океана продолжена во всѣ стороны. Потомъ полученную проэкцію, помощію вычисленій, развертываютъ на плоскость и эта проэкція на плоскости, будучи перенесена на бумагу въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ называется картою мѣстности.

г) Понятіе о планѣ, картѣ и профилѣ и раздѣленіе плановъ.

Планомъ называется изображеніе на бумагѣ, въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ проэкціи той части земной поверхности, которая снята дѣйствіями Низшей Геодезіи.

Картою называется изображеніе на бумагѣ въ подобномъ и уменьшеномъ видѣ проэкціи значительной части земной поверхности, снятой способами Высшей Геодезіи.

Чтобы составить ясное понятіе о характерѣ мѣстности, то воображаютъ, что земля разрѣзана вертикальною плоскостію и очертаніе земной поверхности на этой плоскости называется профилемъ мѣстности.

Планы, по цѣли отъ нихъ требуемой раздѣляются на лѣсные, межевые, военные и другіе.

На каждомъ изъ такихъ плановъ со всевозможною точностію должны быть означаемы тѣ предметы, которые требуются цѣлію этого плана.

Достоинство хорошо снятаго плана состоитъ въ томъ, чтобы относительное положеніе между предметами (считая по горизонтальному положенію) было нанесено совершенно вѣрно, т. е. чтобы всѣ разстоянія были одинаково уменьшены.

д) Понятіе о съемкѣ и объ инструментахъ, употребляемыхъ для этого.

Изъ опредѣленія предмета Низшей Геодезіи прямо видно, что всѣ ея дѣйствія основаны на геометрическихъ теоремахъ построенія подобныхъ фигуръ; слѣдовательно величины, которыя должны быть разсматриваемы и измѣряемы способами Низшей Геодезіи, суть линіи и углы.

Измѣреніе линій и угловъ на мѣстности, называются съемкою.

При съемкѣ измѣряются линіи и углы на мѣстности, а при составленіи плановъ, тѣ же величины должно измѣрить на бумагѣ, по этому инструменты и способы, употребляемые для измѣренія этихъ величинъ, можно подраздѣлить на два отдѣла: a) инструменты и способы для измѣренія линій на мѣстности и на бумагѣ и b) инструменты и способы для измѣренія угловъ на мѣстности и на бумагѣ.

e) Раздѣленіе Низшей Геодезіи.

По роду дѣйствій Низшая Геодезія можетъ быть подраздѣлена на два отдѣла: изъ нихъ первый есть геодезическая съемка, второй топографическая съемка.

Предметъ перваго отдѣла состоитъ въ измѣреніи угловъ и линій, составляющихъ фигуру на мѣстности, въ нахожденіи горизонтальной проэкціи снятой фигуры и въ составленіи плана на снятую часть мѣстности. Второй отдѣлъ т. е. съемка топографическая, кромѣ измѣреній линій и угловъ еще научаетъ какъ опредѣлять относительныя высоты точекъ земной поверхности (*), и тѣмъ самымъ даетъ возможность выражать на бумагѣ неровности снятой поверхности.

(*) Примѣчаніе. Относительными высотами точекъ земной поверхности называется разность разстояній этихъ точекъ отъ центра земли.

ОТДѢЛЪ I.

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА.

ГЛАВА II.

ИНСТРУМЕНТЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ НАНЕСЕНІЯ ИЗМѢРЕННЫХЪ ЛИНІЙ НА БУМАГУ.

Для нанесенія измѣренныхъ линій на бумагу употребляются слѣдующіе инструменты: а) линейка, б) треугольникъ, в) циркуль и г) масштабъ.

§ 1. Выборъ: линейки, треугольника циркуля и рейсфедера.

а) Выборъ линейки.

Линейка считается годною та, которая ограничена плоскостями; для изслѣдованія верхней и нижней поверхности, кладутъ ее сначала одною, а потомъ другою стороною на ровный столъ, и если поверхность ея совпадаетъ съ плоскостію стола, то широкія поверхности ея хороши, боковыя поверхности (или ребра), изслѣдуютъ такъ: (чер. 5) положивъ линейку $abhf$ на бумагу, по изслѣдуемому краю ея проводятъ линію, потомъ перекладываютъ линейку такъ, чтобы концы a и b остались на прежнемъ мѣстѣ, а линейка приняла положеніе $abh'f'$, если при этомъ изслѣдуемый край ab линейки будетъ совпадать съ начерченною линіею, то онъ хорошъ; точно также изслѣдуютъ и край fh.

б) Выборъ треугольника

Треугольникъ *abf* (чер. 6), долженъ выполнять слѣдующія условія: 1) гипотенуза *ab*, катетъ *af* и катетъ *bf*, должны представлять прямыя линіи, что и изслѣдуется точно также какъ ребра линейки: 2) уголъ *afb* долженъ быть прямой.

Для изслѣдованія этого условія поступаютъ такъ: начертивъ по краю вѣрной линейки линію MN, прикладываютъ изслѣдуемый треугольникъ *afb* такъ, чтобы одинъ изъ катетовъ, напримѣръ *bf* плотно прилегалъ къ ребру линейки, тогда по другому катету *af* проводятъ карандашемъ линію, послѣ того даютъ треугольнику положеніе *afb*, т. е. не измѣняя положенія точки *f*, если при этомъ катетъ *af* совпадетъ съ начерченною линіею, то это будетъ означать, что уголъ *afb* прямой.

Примѣчаніе. Линія чертится по краю линейки для изслѣдованія, чтобы линейка при переложеніи треугольника не сдвинулась.

в) Выборъ циркуля.

Циркуль считается хорошимъ, если: а) ножки его свободно раздвигаются и сохраняютъ данное имъ раствореніе и b) по соединеніи ножекъ вмѣстѣ, онѣ накалываютъ на бумагѣ только одну точку.

Примѣчаніе. Простой циркуль состоитъ изъ двухъ ножекъ (чер. 7) *ab* и *ad* длиною отъ 4 до 10 дюймовъ.

Верхнія части ножекъ *ah* и *af* дѣлаются или изъ серебра, или изъ мѣди и къ нимъ припаиваются стальныя остроконечныя ножки *hb* и *fd*. Верхніе концы ножекъ *ab* и *ad* соединяются между собою стальнымъ цилиндрическимъ штифтомъ, къ одному концу котораго припаяна шляпка, а на другомъ его концѣ сдѣлана винтовая нарѣзка, на которую и навинчивается шляпка *k*. На шляпкѣ *k* дѣлаются дырочки или прорѣзы для отвертки, помощію которой можно ослаблять и закрѣплять шляпку *k*.

Вставной циркуль отличается отъ простаго только тѣмъ, что стальныя ножки не припаиваются наглухо, а только вставляются и прикрѣпляются винтами *xx*. Вставные циркули дѣлаются для того, чтобы вмѣсто остроконечныхъ ножекъ можно было вставлять: или трубку съ карандашемъ, или рейсфедеръ и описывать круги.

г) Выборъ Рейсфедера.

Достоинство Рейсфедера состоитъ въ томъ, чтобы ножки были рабны, не рѣзали бы бумагу и проводили линіи одинаковой толщины.

Примѣчаніе. Рейсфедеръ состоитъ изъ двухъ стальныхъ плоскихъ ножекъ (чер. 8) ab и hd. припаянныхъ къ серебряной или мѣдной ручкѣ kl (въ нѣкоторомъ другъ отъ друга разстояніи); или иногда одна ножка бываетъ припаяна наглухо, а другая движется на шарнирѣ. Въ срединѣ стальныхъ ножекъ проходитъ винтъ x, помощію котораго ихъ можно сближать или отдалять другъ отъ друга. Часть ручки ll' обдѣлывается такъ, чтобы могла вставляться въ ножку циркуля. Ручка рейсфедера можетъ сгибаться, на шарнирѣ p (по линіи mn).

Рейсфедеръ употребляется для вычерчиванія на бумагѣ линій разной толщины, (для чего между ножекъ вливается тушь). Вставя его вмѣсто одной ножки циркуля, можно описывать круги.

д) Штангенъ циркуль.

Штангенъ циркуль бываетъ двухъ родовъ: простой и съ ноніусомъ.

Устройство простаго штангенъ циркуля (чер. 9).

Штангенъ циркуль состоитъ изъ призматическаго бруска AB (деревяннаго или металлическаго различной величины отъ 10 до 84 дюймовъ). По поверхности бруска движется скобка D, къ которой прикрѣплена стальная ножка $a'b'$. Скобка эта будучи установлена, закрѣпляется винтомъ k; другая скобка F, вмѣстѣ съ припаянною къ ней ножкою ab, движется только помощію винта k.

Ноніусъ.

Прежде нежели разсмотримъ устройство штангенъ циркуля съ ноніусомъ, разберемъ устройство и теорію ноніуса.

Ноніусомъ называется снарядъ, служащій для отсчитыванія мелкихъ частей тѣхъ дѣленій, для которыхъ онъ устроенъ.

Устройство его состоитъ въ слѣдующемъ: (чер. 10) пусть мы имѣемъ линейку ab, на которой назначены какія либо дѣленія, и предположимъ, что взята другая линейка op, по длинѣ равная какому нибудь (ровному) числу дѣленій линейки ab, напримѣръ ah, раздѣливъ линейку op одною частію болѣе или менѣе противу числа дѣленій линіи ah, получимъ ноніусъ, и такъ если въ линіи ah число частей m, то линію op нужно раздѣлить на $(m+1)$, или на $(m-1)$ равныхъ частей; очевидно, что въ первомъ случаѣ части ноніуса будутъ мельче частей линейки, а во второмъ крупнѣе.

Теорія.

Теорія ноніуса состоитъ въ слѣдующемъ: означимъ одно дѣленіе линейки ah черезъ M, т. е. $aa' = M$; а одно дѣленіе ноніуса черезъ N,

т. е. $ao' - N$, можно будетъ длину линіи ah, равную op выразить такъ: ah M.m и ah = N $(m - 1)$: стало быть M.m = N $(m + 1)$. Изъ этого уравненія можно величину N выразить въ дѣленіяхъ линейки, т. е. $N = \frac{M.m}{m+1}$; а раскрывъ въ томъ же уравненіи скобки получимъ $Mm -$ $- Nm + N$: замѣнивъ N получимъ $Mm - Nm + \frac{Mm}{m+1}$; сокративъ на m будемъ имѣть $M = N + \frac{M}{m+1}$; перенеся N въ первую часть уравненія получимъ $M - N = \frac{M}{m+1}$; но $M = aa'$: а $N = ao'$: слѣдовательно $a'a - ao' = o'a' = \frac{M}{m+1}$, т. е. разность между дѣленіемъ линейки и дѣленіемъ ноніуса равна части линейки, раздѣленной на число частей ноніуса.

Если длина $a'o' = \frac{M}{m+1}$, то $a'o_2 = 2\frac{M}{m+1}$; $a'o_3 = 3\frac{M}{m+1}$ и т. д. Предположимъ, что линія ao не совпадаетъ съ an, а отодвинулась отъ нея вправо на столько, что линія $o'o^2$ совпала съ $a'n'$: слѣдовательно линія ao отодвинулась отъ an на величину $\frac{M}{m+1}$; если бы ao отодвинулась еще далѣе отъ an, такъ чтобы o^2o^4 совпала бы съ $a'n'$, то слѣдовательно ao отодвинулась бы отъ an на длину равную $2\frac{M}{m+1}$ и т. д.

Предположимъ, что линія ab раздѣлена на 10 равныхъ частей, а для составленія ноніуса взята линія ah, равная 9-ти такимъ частямъ, и эта длина раздѣлена на 10 равныхъ частей, т. е. $m = 9$; а число частей въ ноніусѣ, т. е. $(m+1) = 10$ и тогда

$$a'o' = \frac{0{,}1ab}{10} = 0{,}01ab$$

$$o^2a'' = 2\frac{0{,}1ab}{10} = 0{,}02ab$$

$$o^3a''' = 3\frac{0{,}1ab}{10} = 0{,}03ab$$

и т. д.

Стало быть помощію такого нонїуса можно отсчитывать сотыя доли длины *ab*.

Устройство штангенъ циркуля съ нонїусомъ (чер. 11).

На концѣ четвероугольнаго призматическаго бруса AB укрѣплена скоба D съ стальною остроконечною ножкою *ab*, одна сторона бруса AB раздѣлена на дюймы и каждый дюймъ подраздѣленъ на 10 частей, по брусу AB движется скобка E, въ которой сдѣланъ прорѣзъ *mn*. На этой скобкѣ устроенъ нонїусъ такъ, что когда ножки *a'b'* и *ab* будутъ соединены, то черта нонїуса, означенная нулемъ будетъ совпадать съ дѣленіемъ бруса означеннымъ нулемъ. Скобка E соединена со скобкою F помощію винта P. скоба же F можетъ быть прикрѣплена къ брусу винтомъ *x* и тогда скоба E можетъ имѣть медленное движеніе помощію винта P.

Достоинство такого циркуля состоитъ въ томъ, что ножки будучи соединены вмѣстѣ должны накалывать одну точку и при этомъ черта нонїуса, означенная нулемъ, должна совпадать съ дѣленіемъ бруса, означеннымъ нулемъ.

г) Устройство пропорціональнаго циркуля (чер. 12).

Пропорціональный циркуль состоитъ изъ двухъ ножекъ AB и ED, длина ихъ бываетъ различна отъ 4 до 10 дюймовъ.

Въ срединѣ ножекъ дѣлаются прорѣзы *mn* и *m'n*, въ которыхъ движется пластинка *k*, закрѣпляющаяся (по произволу) винтомъ *x*, на этой пластинкѣ назначается черта *a*, называемая показателемъ. Оконечности ножекъ A*p* E*p'*, D*f* и B*f'* дѣлаются изъ стали остроконечными, а остальныя части циркуля дѣлаются или изъ серебра, или изъ мѣди. На одной изъ ножекъ назначены черты и подписаны цифрами: 1, $^1/_2$, $^1/_3$ и т. д. Цифры при дѣленіяхъ должны быть подписаны такъ, что если показатель будетъ приведенъ въ совпаденіе съ какою нибудь чертою (назначенною на ножкѣ), и ножки будутъ скрѣплены винтомъ *x*, то цифра, подписанная при этой чертѣ должна показать какую часть раствореніе меньшихъ ножекъ составляетъ отъ растворенія большихъ ножекъ, такъ напримѣръ, если показателя приведемъ въ совпаденіе съ чертою, означенною $^1/_2$, то раствореніе ножекъ AE будетъ составлять половину отъ растворенія ножекъ BD, или приведя черту движущейся пластинки въ совпаденіе съ чертою, означенною напримѣръ $^1/_5$, то раствореніе ножекъ AE будетъ составлять $^1/_5$-ю долю отъ растворенія ножекъ BD и т, д.

Достоинство этого циркуля состоитъ въ слѣдующемъ: 1) ножки будучи сложены вмѣстѣ, должны накалывать на бумагѣ какъ верхними, такъ и нижними концами только одну точку и 2) раствореніе меньшихъ

ножекъ должно непремѣнно составлять такую долю отъ растворенія большихъ ножекъ, какая дробь подписана при той чертѣ, на ножкѣ, съ которой приведенъ показатель въ совпаденіе.

Теорія (чер. 13).

Дѣленія на ножкѣ назначаются такимъ образомъ: отъ точки o средины линіи mh (означающей разстояніе противуположныхъ концевъ ножки), откладываютъ разстояніе центра вращенія до черты показателя и ставятъ черту и при ней пишутъ цифру 1: очевидно, что по равенству треугольниковъ aoh и bom. линія ah будетъ равна bm: потомъ отдѣливъ отъ h $^1/_3$ длины hm и отложивъ отъ o' величину разстоянія центра вращенія до черты показателя, ставятъ черту и при ней пишутъ цифру $^1/_2$. Изъ подобія треугольниковъ $b\,o'm$ и $a'o'h$ слѣдуетъ, что $o'b' : a'o' = b'm : a'h$: но $o'a'$ составляетъ половину отъ $o\,b'$: слѣдовательно и $a'h$ будетъ $^1/_2$ $b'm$, потомъ отдѣливъ отъ h $^1/_4$ линіи hm и отъ o'' отложивъ разстояніе центра вращенія до черты показателя, ставятъ черту и при ней пишутъ цифру $^1/_3$. Изъ подобія треугольниковъ $mo''b''$ и $a''o'\,h$ слѣдуетъ, что $b''o'' : a''o'' = b''m : a''h$; но $o''a''$ составляетъ одну треть отъ $b''o''$: слѣдовательно и $a''h$ будетъ тоже составлять одну треть отъ $b''m$ и т. д. Очевидно, что совмѣщая показателя съ дѣленіемъ на ножкѣ центръ вращенія будетъ отстоять отъ конца h на половину mh, на $^1/_3$; на $^1/_4$ hm и т. д.

Примѣчаніе. Въ послѣднее время въ устройствѣ пропорціональнаго циркуля сдѣлано то усовершенствованіе, что показатель передвигается помощію особаго винта. Отъ чего получается возможность дѣлать гораздо болѣе точную установку черты показателя.

§ 2. Понятіе о масштабѣ.

Цѣль низшей Геодезіи состоитъ въ изображеніи на бумагѣ проэкцій фигуръ мѣстности въ подобномъ и уменьшенномъ видѣ; а такъ какъ изъ Геометріи извѣстно, что подобныя фигуры должны имѣть равные углы и пропорціональныя стороны, то слѣдовательно всѣ проэкціи линій мѣстности при нанесеніи на бумагу, должны быть уменьшены въ одинаковое число разъ: достигнуть же этого можно такимъ образомъ: взявъ на бумагѣ произвольную прямую линію и раздѣливъ ее на равныя части, должно принять одну ея часть за какую нибудь линейную единицу мѣры, напр. за сажень или за футъ и т. п. Очевидно, что помощію этой линіи можно будетъ всѣ линіи мѣстности нанести на бумагу уменьшенными въ одинаковое число разъ. Такъ напр пусть (чер. 14) ab будетъ произвольная прямая линія взятая на бумагѣ; раздѣлимъ ее на равныя части и

предположимъ, что каждая часть ея выражаетъ собою одну сажень. Для нанесенія на бумагу линіи длиною въ 8 саженъ, должно взять 8 частей линіи *ab*, что и дѣлаютъ такъ: одну ножку циркуля ставятъ въ точку *a*, а другую въ точку, означенную цифрою 8 и этимъ раствореніемъ циркуля откладываютъ на бумагѣ линію, которая и выразитъ линію мѣстности длиною въ 8 саженъ.

Пусть требуется нанести на бумагу линію въ 5 саженъ. Поставя одну ножку циркуля въ точку *a*, другую ставятъ въ точку, означенную цифрою 5, и этимъ раствореніемъ циркуля откладываютъ на бумагѣ линію, которая и выразитъ линію мѣстности въ 5 саженъ; очевидно, что во сколько разъ будетъ уменьшена первая линія, во столько же разъ будетъ уменьшена и другая и третья и т. д. Стало быть линіи на бумагѣ будутъ одинаково пропорціональны съ соотвѣтственными линіями мѣстности.

Линія, помощію которой измѣренныя разстоянія наносятся на бумагу, называется масштабомъ линейнымъ, или графическимъ, или просто масштабомъ.

Численнымъ масштабомъ называется отношеніе величины, принятой на бумагѣ за единицу мѣры къ величинѣ самой этой мѣры. Такъ напримѣръ пусть часть линіи *ab* (чер. 14), принятая за сажень равна одному дюйму, то отношеніе одного дюйма къ одной сажени, или къ 84 дюймамъ есть численный масштабъ. Стало быть численный масштабъ выражаетъ собою какую долю линія на планѣ составляетъ отъ соотвѣтственной линіи мѣстности.

Чтобы удобнѣе было находить численный масштабъ, то при съемкахъ принято за правило строить масштабъ не на произвольной линіи (какъ мы сей-часъ говорили), но на какой нибудь части той линейной единицы мѣры, которою измѣряются линіи на мѣстности. Въ Россіи линіи мѣстности измѣряютъ саженью, а масштабъ строятъ на восемдесять четвертой долѣ сажени, т. е. на линіи, равной одному дюйму; при чемъ величину дюйма принимаютъ за какое нибудь опредѣленное число саженъ.

§ 3. Опредѣленіе численнаго масштаба по линейному и обратно.

Численнымъ масштабомъ называется отношеніе величины линіи на бумагѣ, принятой за единицу мѣры, къ соотвѣтствующей единицѣ мѣры въ натурѣ; слѣдовательно численный масштабъ всегда можетъ быть выраженъ дробью. Выразить масштабъ дробью, значитъ найдти отношеніе той частички дюйма, которая принята за сажень къ дѣйствительной сажени, или къ 84 дюймамъ.

Напримѣръ: пусть дюймъ принять за M сажень, слѣдовательно $\frac{1}{M}$ будетъ выражать одну сажень, а масштабъ будетъ отношеніе $\frac{1}{M}$ къ 84 дюймамъ, т. е. $\frac{1}{M} : 84 = \frac{1}{84M}$.

Предположимъ, что M = 100 саж., тогда масштабъ будетъ $\frac{1}{100.84}$ $\frac{1}{8400}$, и такъ если частичка дюйма, принятая за сажень составляетъ отъ дѣйствительной сажени $\frac{1}{8400}$ долю, то слѣдовательно и всѣ линіи, нанесенныя по этому масштабу будутъ составлять отъ соотвѣтственныхъ линій мѣстности тоже $\frac{1}{8400}$ доли. или другими словами, линіи мѣстности будутъ уменьшены въ 8400 разъ.

Пусть M = 500, тогда масштабъ выразится $\frac{1}{500.84} = \frac{1}{42000}$; слѣдовательно при такомъ масштабѣ линіи на планѣ будутъ составлять отъ соотвѣтственныхъ линій мѣстности $\frac{1}{42000}$: или линіи мѣстности будутъ уменьшены въ 42000 разъ.

На оборотъ, имѣя численный масштабъ, легко будетъ опредѣлить, за сколько саженъ былъ принятъ дюймъ, что можно сдѣлать, воспользовавшись прежде выведенной формулой $\frac{1}{M.84}$, такимъ образомъ: пусть масштабъ будетъ $\frac{1}{16800}$, стало быть $\frac{1}{M.84} = \frac{1}{16800}$, или $M.84 = 16800$; откуда $M = \frac{16800}{84} = 200$; слѣдовательно дюймъ былъ принятъ за 200 саженъ.

Пусть данъ масштабъ $\frac{1}{6300}$, тогда $\frac{1}{M.84} = \frac{1}{6300}$; $M.84 = 6300$, откуда $M = \frac{6300}{84} = 75$; слѣдовательно дюймъ былъ принятъ за 75 саженъ.

При составленіи различныхъ плановъ намъ Закономъ указано за сколько сажень должно принимать величину дюйма. Такъ напримѣръ для генеральныхъ плановъ величина дюйма должна выражать линію мѣстности въ 500 сажень; для спеціальныхъ плановъ въ 100 сажень и т. п.

Принимая же дюймъ за 100 или за 200 и т. д. сажень, для отложенія на бумагѣ линій въ 1, 2, 3 и т. д. сажени, должно величину дюйма раздѣлять на столько частей, за сколько сажень она принята. Такъ напримѣръ, если дюймъ принятъ за 100 сажень, то раздѣливъ величину дюйма на 100 частей найдемъ, что 0.01 часть дюйма будетъ выражать одну сажень, 0,02 двѣ сажени, 0,03 три сажени и т. д.

Весьма трудно раздѣлить величину дюйма на 100 частей, да при томъ, если бы это и удалось, то получимъ такія мелкія части, что ихъ не возможно будетъ и разсмотрѣть, по этому и принято устроивать масштабъ поперечный.

§ 4. Поперечный масштабъ, его теорія и употребленіе.

а) Построеніе (чер. 15).

Предположимъ, что требуется построить поперечный масштабъ, принимая величину дюйма за M сажень и при томъ такъ, чтобы помощію его можно было наносить линіи въ 1, 2, 3 и т. д. сажени.

Прежде всего число M раздѣляютъ на два равныхъ множителя, выраженныхъ цѣлыми числами, если это можно, а если нельзя, то раздѣляютъ на два множителя не равныхъ но выраженныхъ цѣлыми числами. Предположимъ, что число M раздѣлилось на два множителя N и Z, выраженныхъ цѣлыми числами, тогда взявъ на бумагѣ прямую линію, откладываютъ на ней части ab, bb . $b\,b''$ и т. д. равныя одному дюйму: изъ точекъ: a, b, b' и т. д. къ линіи ah возставляютъ перпендикуляры aa'', bf, $b'f$ и т. д. Послѣ того линію ab раздѣляютъ на N равныхъ частей, а на линіи aa откладываютъ, отъ a, частей Z произвольныхъ, но равныхъ; изъ полученныхъ точекъ проводятъ параллельныя линіи къ ah, отъ чего линія bk раздѣлится тоже на Z равныхъ частей. Соединивъ точку x съ a', проводятъ изъ всѣхъ точекъ дѣленія линіи ab параллели къ линіи $a'x$; вслѣдствіе чего линія $a\,k$, равная одному дюйму, тоже раздѣлится на N равныхъ частей, и отъ такого построенія получаются линіи: mn; $m'n$, $m''n''$ и т. д., изъ которыхъ mn будетъ выражать величину одной сажени, $m'n$ величину двухъ сажень и т. д.

Примѣчаніе: При этомъ построеніи принимается за правило: величину ab дѣлить на столько частей, сколько въ меньшемъ множителѣ единицъ, такъ напримѣръ: пусть требуется построить масштабъ, принимая величину дюйма за 20 сажень, и чтобы съ этого масштаба можно было

наносить линіи длиною въ одинъ футъ; слѣдовательно длина линіи ab должна выразить собою $20, 7 = 140$ футовъ, т. е. M должно быть равно 140, но 140 разлагается на такіе множители 10 и 14; то линію ab должно раздѣлить на 10 частей, а на линіи aa'' отложить 14 произвольно равныхъ частей и потомъ построить масштабъ такъ какъ было описано выше.

b) Теорія.

По условію дюймъ долженъ выражать линію мѣстности длиною въ M саженъ, и требовалось построить масштабъ, помощію котораго можно бы было наносить линіи мѣстности длиною въ 1, 2, 3 и т. д. сажени. Очевидно, что принимая дюймъ за M саженъ; $\frac{1}{M}$ часть дюйма выразитъ величину одной сажени, $\frac{2}{M}$ выразитъ двѣ сажени и т. д. Слѣдовательно требуется только доказать, что линія mn дѣйствительно равна $\frac{1}{M}$ дюйма, $m'n'$ равна $\frac{2}{M}$ и т. д., т. е. что эти линіи и будутъ выражать собою 1, 2, 3 и т. д. сажени.

Изъ подобія треугольниковъ Nbk и mbn, слѣдуетъ, что $bn : bk = mn : Nk$. Но линія bn составляетъ $\frac{1}{Z}$ часть отъ bk; стало быть и mn будетъ составлять $\frac{1}{Z}$ часть отъ Nk, т, е. $mn = \frac{Nk}{Z}$; но Nk составляетъ $\frac{1}{N}$ часть отъ $a'k$ или отъ дюйма; слѣдовательно и mn будетъ равняться $\frac{1}{M}$ части дюйма, раздѣленной еще на Z т. е. $\frac{1}{NZ}$; но $ZN = M$; стало быть mn будетъ равна $\frac{1}{M}$ дюйма, т. е. будетъ выражать собою одну сажень.

Изъ подобныхъ треугольниковъ Nbk и $m'bn'$; $bn' : bk = n'm' : Nk$. Линія bn' составляетъ $\frac{2}{Z}$ отъ bb', т. е. $m'n' = \frac{2kN}{Z}$; но $Nk = \frac{1}{N}$ отъ $a'k$ или отъ дюйма; слѣдовательно $m'n' = \frac{2}{N} : Z = \frac{2}{NZ} = \frac{2}{M}$ отъ

дюйма, т. е. линія $m\,n'$ выразитъ величину двухъ саженъ. Также докажемъ, что $m''n''$ выразитъ величину трехъ саженъ и т. д.

Предположимъ, что дюймъ долженъ выразить линію мѣстности длиною въ 100 саженъ, т. е. $M = 100$, тогда множитель: Z будетъ = равенъ десяти и N тоже будетъ равенъ десяти. Сдѣлавши описанное построеніе найдемъ, что линія mn будетъ равняться $\frac{1}{M}$ дюйма, или 0,01 дюйма; $m'n'$ будетъ равняться 0,02 дюймамъ и т. д. т. е, эти линіи будутъ выражать собою линіи мѣстности длиною въ 1. 2, 3 и т. д. сажени.

Самая наименьшая часть линіи ab какую только можно взять съ построеннаго масштаба, называется точностію масштаба. Въ нашихъ примѣрахъ точность масштаба будетъ $\frac{1}{M}$ и 0,01 дюйма.

Графическіе масштабы вырѣзываются на мѣди или на другомъ какомъ-либо металлѣ. Дѣленія подписываются цифрами такъ, какъ это показано на чертежѣ 15.

c) Употребленіе.

Масштабъ употребляется: 1) для отложенія на бумагѣ измѣренныхъ линій, и 2) для опредѣленія длины линій данныхъ на бумагѣ.

1. Отложеніе на бумагѣ измѣренныхъ линій.

При нанесеніи на бумагу линій извѣстной длины поступаютъ такъ: сначала опредѣляютъ, сколько въ данной линіи по принятому масштабу будетъ цѣлыхъ дюймовъ, для чего раздѣляютъ данное число саженъ на число, показывающее за сколько саженъ принятъ дюймъ, такъ напримѣръ: если дюймъ будетъ принятъ за 100 саженъ, то нужно раздѣлить на 100; если за 50, то раздѣлить на 50 и т. п. При этомъ полученное частное выразитъ число цѣлыхъ дюймовъ, а остатокъ покажетъ доли дюйма: послѣ этого ставятъ одну ножку циркуля на такое дѣленіе линіи ab (чер. 15), при которомъ подписана цифра одинаковая съ цифрою, выражающую десятки саженъ и циркуль поднимаютъ вверхъ по линіи, проведенной черезъ эту точку дѣленія, до пересѣченія съ такою параллелью, при которой будетъ подписана цифра одинаковая съ цифрою, выражающею собою данныя единицы саженъ, и по продолженію этой параллели должно уставить другую ножку циркуля, прежде на пересѣченіе ее съ линіею bk, а потомъ отвести далѣе на столько цѣлыхъ дюймовъ, сколько вышло по опредѣленію. Очевидно, что тогда раствореніе ножекъ циркуля и выразитъ требуемую линію. Такъ напримѣръ: требуется нанести линію въ 368 саженъ по масштабу 100 саженъ въ дюймъ; раздѣливъ 368 на 100

получимъ 3 цѣлыхъ дюйма и 0,68 дюйма или 68 саж. Одну ножку циркуля ставятъ на дѣленіе линіи ab (чер. 15), означенное цифрою 6 и потомъ поднимаютъ циркуль вверхъ до пересѣченія съ параллелью, подписанною цифрою 8 (на линіи aa'), не трогая этой ножки, другую ножку циркуля ставятъ сперва на пересѣченіе этой параллели съ линіею bk, а потомъ отводятъ ее еще далѣе на три дюйма, и тогда раствореніе ножекъ циркуля выразитъ по принятому масштабу линію мѣстности въ 368 сажень.

Линіи, длина которыхъ выражена частями сажени, по поперечному сотенному масштабу наносятся выраженными половиною сажени, такъ напримѣръ: пусть требуется нанести на бумагу линію въ 263,4 сажени, то нанесутъ линію (чер. 15) $tt = 263{,}5$.

2) Опредѣленіе числа сажень въ данной на бумагѣ линіи, по извѣстному масштабу.

Для опредѣленія числа сажень въ линіи, данной на бумагѣ, поступаютъ такъ: ставятъ ножки циркуля въ концы данной линіи, и потомъ это раствореніе циркуля переносятъ на такой масштабъ, по которому нанесена данная линія такъ, чтобы одна ножка циркуля стала на одну изъ линій параллельныхъ линіи aa (чер. 15), а другая попала бы на раздѣленный дюймъ. Потомъ циркуль спускаютъ внизъ, или поднимаютъ вверхъ параллельно линіи ak, до тѣхъ поръ, пока другая ножка циркуля попадетъ на пересѣченіе двухъ какихъ либо линій, и тогда цифра подписанная снизу при концѣ одной изъ пересѣкающихъ линій, выразитъ десятки сажень, а цифра подписанная слѣва на другой изъ пересѣкающихся линій, выразитъ единицы сажень, и тогда сумма всѣхъ этихъ чиселъ выразитъ длину данной линіи.

Такъ напримѣръ, (чер. 15), пусть одна ножка циркуля будетъ на линіи $b'k''$, а другая упадетъ въ точку p, (масштабъ 100 сажень въ дюймѣ); слѣдовательно длина линіи будетъ 2 дюйма, или $2.100 - 200$ сажень, $+ 55$ сажень; т. е. 255 сажень.

Примѣчаніе. Ножка, поставленная на линіи параллельной aa', при движеніи циркуля должна быть постоянно на ней.

При описаніи употребленія масштаба мы предполагали, что дѣленія на масштабѣ сдѣланы вѣрно, но это не всегда бываетъ, и потому необходимо, предъ употребленіемъ масштаба, изслѣдовать вѣрность его дѣленій, что можно сдѣлать такъ: циркулемъ измѣряютъ длину линій: ab, bb', $b'b''$, $b''k$ и т. д.; а также измѣряютъ и части линій ab, aa', bk и $a'k$ и если: линіи ab, bb', $b'b''$ и т. д. будутъ равны между собою; части линій ab и $a\ k$ будутъ равны между собой, a части линій aa' и bk равны между собою, то масштабъ хорошъ.

Примѣчаніе 1. Графическіе масштабы по числу сажень принятыхъ въ дюймѣ, называются сотенными, двухъ сотенными, пяти сотенными и т. д.

Примѣчаніе 2. Когда встрѣтится надобность наносить линіи слишкомъ большой длины, то полезно при этомъ имѣть масштабъ длиною въ нѣсколько десятковъ дюймовъ, съ котораго и наносить штангенъ циркулемъ.

Точность, съ которою можно наносить линіи на бумагу есть половина самаго меньшаго дѣленія масштаба, т. е. если дюймъ раздѣленъ на 50 частей, то точность нанесенія будетъ 0,01; если дюймъ раздѣленъ на 100, то точность нанесенія будетъ $\frac{1}{200}$ и т. д.

ГЛАВА III.

ОБЩЕЕ ПОНЯТІЕ О ИЗМѢРЕНІИ УГЛОВЪ И ЧАСТЯХЪ УГЛОМѢРНЫХЪ СНАРЯДОВЪ.

§ 5. Начала, на которыхъ основано устройство всѣхъ угломѣрныхъ инструментовъ.

Угломѣрными инструментами называются тѣ, помощію которыхъ можно непосредственно опредѣлять величину угловъ частями окружности.

Устройство всѣхъ угломѣрныхъ снарядовъ основано на томъ, что уголъ, имѣющій вершину въ центрѣ окружности, измѣряется дугою, заключенною между его сторонами И дѣйствительно, всякій уголъ на бумагѣ ли онъ, или на мѣстности, можно разсматривать какъ уголъ центральный, потому что вершина его можетъ быть принята за центръ окружности произвольнаго радіуса; очевидно, что бока угла будутъ сѣкущими линіями, которыя на окружности означатъ концы дуги, долженствующей измѣрять данный уголъ.

Вообразимъ себѣ окружность, совмѣщенную своимъ центромъ съ вершиною измѣряемаго угла ABD (чер. 16), и что въ центрѣ этой окружности имѣется движущійся діаметръ. Если совмѣстимъ этотъ діаметръ

съ бокомъ угла BA и замѣтимъ на окружности положеніе его конца, т. е. точку a, потомъ совмѣстивъ его съ бокомъ угла BD, замѣтимъ на окружности положеніе его конца, т. е. точку b, тогда дуга ab и будетъ выражать градусную величину измѣряемаго угла ABD. Изъ этого видно, что главная часть угломѣрнаго снаряда есть кругъ, называемый лимбомъ съ движущимся діаметромъ.

§ 6. Части, составляющія угломѣрный снарядъ.

1) Лимбъ.

Это есть металлическій кругъ, соединенный съ своимъ центромъ радіусами, сдѣланными съ нимъ изъ одного куска металла, (такая предосторожность принята для того, чтобы отъ вліянія температуры не измѣнялось положеніе центра лимба). Окружность круга раздѣляется на равныя части, т. е. или на градусы, или на полуградусы или на трети градуса и т. подоб. смотря по цѣли съ которою устраивается лимбъ.

Стало быть помощію такого круга можно опредѣлять величину угла только въ самыхъ мелкихъ дѣленіяхъ лимба, а потому чтобы получать величину угловъ гораздо точнѣйшую, т. е. въ минутахъ или даже въ секундахъ, то для этого употребляютъ при лимбахъ особый снарядъ, называемый ноніусомъ.

Ноніусъ есть снарядъ, служащій для отсчитыванія мельчайшихъ частей градуса.

a) Построеніе ноніуса (чер. 17, стр. 3).

Для построенія ноніуса: берутъ какую нибудь дугу, (того круга, къ которому нужно сдѣлать ноніусъ), содержащую въ себѣ ровное число дѣленій, и раздѣливъ величину этой дуги одною частію болѣе или менѣе получаютъ ноніусъ. Такъ напримѣръ: пусть дуга ab, принадлежащая кругу AB содержитъ въ себѣ P равныхъ частей, раздѣливъ ее одною частію болѣе, т. е. на $(P+1)$ частей, получаемъ нонiусъ.

b) Теорія (чер. 17, стр. 3).

Теорія нонiуса состоитъ въ слѣдующемъ: означимъ дѣленія дуги ab, (принадлежащей кругу), т. е. дуги am, mm' и т. д. черезъ M, а дѣленія нонiуса, т. е. дуги an, nn' и т. д. черезъ N, видимъ, что величина дуги ab для круга можетъ быть выражена черезъ MP и та же дуга для нонiуса можетъ быть выражена черезъ:

N (P+1), т. е. $ab = N(P+1)$

откуда $MP = N(P+1) - (A)$; $N = \frac{MP}{P+1}$. . . . (B)

Раскрывъ скобки въ уравненіи A получимъ $MP = NP + N$; а вставя вмѣсто N изъ уравненія B, получимъ $MP - NP + \frac{MP}{P+1}$; раздѣливъ все на P, получимъ $M = N + \frac{M}{P+1}$, откуда $M - N = \frac{M}{P+1}$ . . . . (D), т. е. разность между частію круга и частію нонiуса, (или разность дугъ am и an, т. е. дуга mn) равна одной части круга, раздѣленной на число частей нонiуса.

Предположивъ, что число частей круга, взятое для составленія нонiуса есть 11, а число частей въ нонiусѣ есть 12, т. е. $(p+1) = 12$ и пусть при этомъ дѣленіе круга M равно одному градусу, или 60 минутамъ, тогда разность между частями M и N, или дуга mm будетъ равна $\frac{60'}{12}$ или 5 минутамъ. Очевидно, что если мы черту no' приведемъ въ совпаденіе съ чертою ms', то черта ao отодвинется отъ черты as на 5′; если же мы черту $o''n'$ приведемъ въ совпаденіе съ чертою $m's''$, то черта ao отодвинется отъ черты as на 10′ и т. д. Слѣдовательно, помощію этого снаряда можно отсчитывать углы въ мельчайшихъ дѣленіяхъ градуса.

Степенью точности нонiуса называется величина $\frac{M}{P+1}$.

Когда данъ нонiусъ и требуется опредѣлить степень точности отсчитыванія, (или разность между частями круга и нонiуса), тогда должно сосчитать число частей въ этомъ нонiусѣ и на это число раздѣлить величину одного дѣленія круга, выраженную минутами, такъ напримѣръ: пусть въ нонiусѣ 15 частей, т. е. $P+1 = 15$; одно дѣленіе круга полградуса или 30 минутъ; слѣдовательно точность нонiуса $\frac{M}{P+1} = \frac{30'}{15} = 2'$.

Если будетъ дана степень точности нонiуса и нужно будетъ опредѣлить величину той дуги круга, которая потребна для составленія нонiуса, то для этого должно данную разность и величину одного дѣленія круга выраженную минутами подставить въ формулу D и потомъ изъ нее уже опредѣляютъ число частей нонiуса, т. е. (P+1).

Такъ напримѣръ: пусть требуется построить нонiусъ съ точностiю до $4''$, т. е. $M-N=4'$, а одно дѣленiе круга, т. е. $M-10$ минутамъ. Подставимъ эти числа такъ: $4''=\frac{10'}{p+1}$; найдемъ что $p+1=\frac{600''}{4}=$ $=150$ частямъ, а для составленiя его нужно взять дугу круга одною частiю менѣе, т. е. въ 149 дѣленiй. Но какъ каждое дѣленiе равно $10'$; слѣдовательно въ 149 дѣленiяхъ будетъ 1490 или $24^{\circ}\ 50'$.

Дѣленiя на нонiусѣ подписываютъ такъ, какъ это показано на чертежѣ 17 (стр. 4), гдѣ представленъ нонiусъ съ точностiю $5'$.

Нуль на нонiусѣ назначается различно, иногда при началѣ нонiуса, а иногда посреди.

c) Употребленiе (чер. 17, стран. 4).

Пусть черта нонiуса, означенная нулемъ сливается съ чертою ab, то дуга отъ 0° до a будетъ въ 70 градусовъ. Предположимъ, что эти черты не сливаются, а сливается первая черта нонiуса, т. е. $p'a'$ съ $a'b'$, то величина дуги отъ o^{0} до n будетъ 70° и $5'$. Предположимъ, что и эти черты не сливаются, а сливается вторая черта нонiуса, т. е. $n'p''$ съ $a''b'$, то величина дуги отъ нуля до n будетъ 70 градусовъ и 10 минутъ и т. д.

Чтобы имѣть при лимбѣ движущiйся дiаметръ, то для этого приспособляется металлическая линейка, называемая алидадою, длина ея должна быть немного болѣе внутренняго дiаметра кольца лимба, но менѣе наружнаго; концы этой линейки дѣлаются дугообразными, имѣющими центръ въ центрѣ лимба; положенiе дiаметра назначается на концахъ алидады чертами. И такъ какъ по большей части на концахъ алидады устроиваются нонiусы, то концы дiаметра и принято означать цифрою нуль.

Желая примѣнить такой приборъ къ измѣренiю угловъ на мѣстности, должно сдѣлать къ нему еще нѣкоторыя дополненiя, а именно:

1) Такъ какъ нельзя совмѣщать центръ лимба съ точкою, лежащею на землѣ, то для этого дѣлается подъ лимбъ подставка, называемая треножникъ.

2) Чтобы можно было движущiйся дiаметръ совмѣщать съ боками угла, то къ алидадѣ прикрѣпляютъ: или дiоптры или трубу.

3) По правиламъ Низшей Геодезiи должно имѣть горизонтальную проэкцiю мѣстности, поэтому для полученiя проэкцiи угловъ, должно плоскость лимба ставить горизонтально, для чего служитъ снарядъ, называемый уровнемъ.

и 4) Кромѣ описанныхъ принадлежностей при угломѣрныхъ снарядахъ употребляются еще винты.

1) **Треножникъ:** деревянный или металлическій кругъ, помощію винтовъ соединяется съ тремя деревянными ножками, которыя по желанію могутъ быть раздвинуты или соединены вмѣстѣ. На кругъ ставится инструментъ и прикрѣпляется къ нему помощію особаго винта, который называется становымъ.

2) Діоптромъ называется мѣдная пластинка (черт. 18), ABDEFH согнутая по линіи AE такъ, что плоскость ABDE перпендикулярна къ AEFH. На короткой части діоптра дѣлаютъ круглое отверстіе M, въ это отверстіе входитъ винтъ, помощію котораго діоптръ прикрѣпляютъ къ алидадѣ (или къ лимбу). На длинной сторонѣ дѣлается узкій прорѣзъ *nn* и широкій *mm*, по срединѣ котораго натянутъ волосъ *op*, такъ, чтобы онъ служилъ продолженіемъ прорѣза *nn*.

Другой противуположный діоптръ устроивается точно также, но только противъ узкаго прорѣза располагается широкій, а противъ широкаго узкій. Плоскость, проходящая черезъ узкій прорѣзъ одного діоптра и черезъ противуположный ему волосокъ другаго діоптра, называется коллимаціонною плоскостью.

Чтобы коллимаціонную плоскость совмѣстить съ отвѣсною плоскостью, проведеннаго черезъ данную линію на мѣстности, то должно центръ лимба, (приведенною въ горизонтальное положеніе), совмѣстить съ какою либо точкою данной линіи и, смотря въ узкій прорѣзъ діоптра алидады, подвигать послѣднюю до тѣхъ поръ, пока противуположный волосокъ другаго діоптра будетъ покрывать крайнюю точку данной линіи.

Трубы.

Трубы, употребляемыя при геодезическихъ инструментахъ устроиваются или изъ трехъ или изъ двухъ колѣнъ.

Труба изъ трехъ колѣнъ устроивается такъ: (чер. 19) въ большее колѣно AA BB ввинчивается оправа съ сферическимъ (ахроматическимъ) стекломъ M, стекло это всегда обращается къ предмету, почему и называется предметнымъ или объективнымъ. близъ этого стекла внутри трубы помѣщается металлическое кольцо *mm*, окрашенное черною краскою: кольцо это, называемое діафрагмою, служитъ для уничтоженія сферической аберраціи. Въ это колѣно съ другаго конца плотно входитъ второе колѣно DD FF', въ которомъ помѣщается кольцо *pp* съ натянутыми крестообразно волосками; въ это колѣно вставляется третья трубка *abb'a'*, въ которую ввинчивается оправа съ сферическимъ стекломъ N, и такъ какъ это стекло постоянно обращено къ глазу, то его и называютъ глазнымъ стекломъ или окуляромъ.

Въ трубахъ, употребляемыхъ при геодезическихъ инструментахъ принято прямую линію, соединяющую оптическій центръ объектива съ пересѣченіемъ волосковъ называть оптическою осью трубы.

Понятно, что замѣнивъ діоптры трубою получается большая точность визированія, потому что разсматриваемый черезъ трубу предметъ будетъ яснѣе видимъ, и кромѣ того, волоски въ діоптрахъ гораздо толще нитей натянутыхъ въ трубѣ.

Предъ употребленіемъ трубу должно установить, т. е. дать такое положеніе колѣнамъ трубы чтобы:

1) Нити казались черными и рѣзкими чертами.

2) Чтобы разсматриваемый предметъ былъ ясно видѣнъ, и

3) Чтобы не существовало параллакса нитей, т. е. съ передвиженіемъ глаза, нити не должны казаться движущимися.

Для выполненія перваго условія должно двигать трубочку aa' bb', (т. е. трубочку съ глазнымъ стекломъ).

Для выполненія втораго условія наводятъ трубу на предметъ и подвигаютъ колѣно DD' FF' до тѣхъ поръ, пока разсматриваемый предметъ будетъ ясно видѣнъ.

Для изслѣдованія параллакса нитей поступаютъ такъ: замѣчаютъ черезъ трубу точку, покрываемую пересѣченіемъ волосковъ, потомъ перемѣщаютъ глазъ вправо или влѣво, и если при этомъ замѣтятъ, что нить сходитъ съ замѣченной точки, то значитъ существуетъ параллаксъ нитей, т. е. изображеніе предмета не находится въ одной плоскости съ сѣткою; очевидно, что сѣтку нужно передвинуть на столько, чтобы плоскость изображенія слилась съ плоскостію сѣтки.

При этомъ если покажется, что нить движется въ одну сторону съ движеніемъ глаза, то сѣтку должно подвинуть къ глазному стеклу, а если нить покажется движущеюся въ сторону противоположную, то сѣтку должно отодвинуть отъ глазнаго стекла.

Примѣчаніе: Это видно изъ слѣдующаго: Пусть (чер. 20) ab есть діаметръ отверстія окуляра; точка m пересѣченіе нитей, а точка n изображеніе замѣченной точки; перемѣстивъ глазъ въ точку a, увидимъ точку m, съ другой стороны; на оборотъ, если бы точка m' была пересѣченіе волосковъ, то перемѣстивъ глазъ въ a, мы увидали бы, что нить отодвинулась въ одну сторону съ глазомъ.

Примѣчаніе I. **Чистка стеколъ.**

Чистку стеколъ производятъ такъ: вывинтивъ оправу съ стекломъ, стекло намачиваютъ винпымъ спиртомъ и потомъ протираютъ его до суха мягкою льняною тряпкою, производя движеніе кругообразное.

Примѣчаніе II. **Ввинчиваніе оправъ со стекломъ.**

Приставя оправу къ мѣсту должно сдѣлать нѣсколько оборотовъ назадъ: а потомъ уже ввинчивать стекло; такая предосторожность нужна для того,

чтобы винтовыя нарѣзки попали въ свое мѣсто; въ противномъ случаѣ, стекло можетъ быть сжато до того, что лопнетъ.

Примѣчаніе III. Стираніе пыли съ стекла производится мягкою кистью.

Примѣчаніе IV. Натягиваніе нитей.

Нити употребляемыя въ трубахъ извлекаются изъ паучковыхъ гнѣздъ, самое натягиваніе производится такъ: положивъ кольцо сѣтки на подставку, вынимаютъ нить изъ гнѣзда, и заготовивъ расплющенную дробь, воскомъ прикрѣпляютъ ее къ концамъ этой нити, потомъ нить держатъ надъ паромъ горячей воды для того, чтобы она получила большую упругость, послѣ того кладутъ нить на кольцо, и смотря сквозь лупу передвигаютъ ее осторожно на назначенное ей мѣсто. Когда она будетъ совсѣмъ уложена, то осторожно наливаютъ по каплѣ мѣднаго лаку. Когда лакъ засохнетъ, тогда дробь отрѣзываютъ и нити готовы.

3) Уровень (чер. 21).

Уровень состоитъ изъ стеклянной цилиндрической трубки, внутри выточеной по дугѣ $(ab'b)$ большаго радіуса такъ, чтобы хорда ab была параллельна оси цилиндра, т. е. линіи AB, которая и называется осью уровня.

Трубка наполняется или алкоголемъ (виннымъ спиртомъ), или сѣрнымъ эфиромъ, или нефтью, такъ что когда концы трубки будутъ запаяны, то чтобы внутри трубки осталось безвоздушное пространство $mb'm'$, называемое пузырькомъ уровня.

Пузырекъ будучи легче жидкости, всегда стремится занять самую высшую точку, и по этому, когда ось уровня будетъ горизонтальна, то пузырекъ займетъ въ трубѣ самую высшую точку b', т. е. средину трубки; при уклоненіи оси уровня отъ горизонтальнаго положенія пузырекъ будетъ стремиться къ тому концу трубки, который будетъ выше. Слѣдовательно, помощію уровня можно данную плоскость приводить въ горизонтальное положеніе.

Описанная трубка помѣщается въ мѣдную оправу AB (чер. 22), которая затыкается съ обоихъ концовъ мѣдными пробками. На срединѣ оправы дѣлается прорѣзъ m, m, m, для того, чтобы можно было видѣть движеніе пузырька.

Уровни большею частію помѣщаются на линейкахъ (чер. 22), къ которымъ прикрѣпляются винтами pp. Иногда подъ трубкою винтомъ прикрѣпляется пружина kk, которая по упругости постоянно поднимаетъ трубку уровня, стало быть помощію винтовъ pp можно привести ось уровня въ положеніе параллельное нижней плоскости линейки. Или (чер.

23) на винтъ *a* подъ трубку надѣваютъ кольцо *f*: винтъ *h* нарѣзкою входитъ въ линейку *mn*, а винтъ *b* нарѣзкою входитъ въ оправу трубки уровня и концемъ упирается въ верхнюю поверхность линейки *mn*; очевидно, что отвинчивая винтъ *h* и ввинчивая *b*, конецъ трубки уровня B будетъ удаляться отъ линейки, *a* отвинчивая винтъ *b* и ввинчивая *h* конецъ трубки будетъ приближаться къ линейкѣ.

Бываютъ еще круглые уровни (чер. 24), они дѣлаются такимъ образомъ: въ мѣдную цилиндрическую коробку ABDE вставляется стеклянная цилиндрическая коробка наполненная одной изъ описанныхъ жидкостей и тоже съ безвоздушнымъ пузырькомъ. Верхняя часть этой стеклянной коробки вытачивается внутри шаровою поверхностію большаго радіуса.

Условіе при устройствѣ такого уровня состоитъ въ томъ, что плоскость, отрѣзывающая шарообразную часть, должна быть параллельна къ нижней плоскости мѣдной коробки.

Примѣчаніе: Уровни наливаютъ такимъ образомъ: въ приготовленную трубку наливаютъ кипящій спиртъ и потомъ трубку запаиваютъ, когда спиртъ охладится, то уменьшившись въ объемѣ образуетъ безвоздушное пространство, называемое пузырькомъ, или закрывъ одинъ конецъ трубки пришлифованною пробкою, намазавъ ее предварительно рыбьимъ клеемъ, обтягиваютъ этотъ конецъ вымоченнымъ телячьимъ пузыремъ, тоже намазаннымъ рыбьемъ клеемъ, а сверхъ пузыря наматываютъ нитку. Когда все это хорошо высохнетъ, то намазавъ клеемъ предварительно другую пришлифованную пробку и кусокъ пузыря, наливаютъ трубку (полно до краевъ) сѣрнымъ эфиромъ и тотчасъ опускаютъ въ горячую воду, какъ только эфиръ начнетъ кипѣть, то тотчасъ накладываютъ пробку и обтянувъ пузыремъ обматываютъ ниткою. Когда и этотъ конецъ достаточно высохнетъ, то пузырь обрѣзаютъ, оставляя на концахъ въ видѣ кольца и оба конца раза два или три промазываютъ мѣднымъ лакомъ; по охлажденіи эфиръ уменьшится въ объемѣ и образуетъ безвоздушное пространство; но чтобы не сдѣлать пузырька очень большимъ или малымъ, то заклеивъ конецъ трубки опускаютъ въ воду, наполненную кусками льда, и тогда сейчасъ образуется пузырекъ; если онъ великъ, то трубку переливаютъ, а если малъ, то отнявъ пробку производятъ опять кипѣніе.

b) Изслѣдованіе уровня.

Отъ уровня помѣщеннаго на линейкѣ требуется, чтобы ось его была параллельна къ нижней плоскости линейки.

Для выполненія этого поступаютъ такъ: поставя уровень на доску MM (чер. 25) и приведя помощію движенія доски пузырекъ уровня на средину трубки, проводятъ на доскѣ линію по самому краю линейки; потомъ линейку переставляютъ такъ, чтобы она прилегала къ начерченной линіи

тѣмъ же самымъ краемъ, и чтобы конецъ ея b сталъ намѣсто a; если при такомъ положеніи пузырекъ уровня придетъ на средину трубки, то это будетъ значить, что ось уровня параллельна къ нижней плоскости линейки, въ противномъ случаѣ должно замѣтить ту дугу, на которую пузырекъ отошелъ отъ средины трубки и дѣйствуя винтами p и p (чер. 22). переводятъ его на половину замѣченной дуги. Потомъ снова повторяютъ описанный пріемъ разъ или два, т. е. до тѣхъ поръ, пока при перестановкѣ пузырекъ уровня будетъ занимать средину трубки.

Примѣчаніе. Чтобы доказать почему пузырекъ уровня должно переводить только на половину дуги, то должно прежде разсмотрѣть, чѣмъ будетъ измѣряться уголъ, составленный осью уровня съ горизонтальною линіею.

Пузырекъ уровня по легкости своей всегда стремится занять самую высшую точку въ трубкѣ, и потому если бы ось уровня была горизонтальна, то пузырекъ занялъ бы средину трубки, т. е. точку h (чер. 26).

Уклонивъ ось уровня отъ горизонтальнаго положенія, т. е. отъ линіи AB, пузырекъ опять займетъ самую высшую точку въ трубкѣ напр. m, гдѣ точка m будетъ средина дуги hm B; соединивъ точки h и m съ точкою f, т. е. съ центромъ дуги, будемъ имѣть hf перпендикулярную къ Ab и mf перпендикулярную къ AB, (ибо эти линіи соединяя средины дугъ съ центромъ будутъ перпендикулярны къ хордамъ). Слѣдовательно уголъ a будетъ равенъ углу n. Уголъ n есть уголъ наклоненія оси уровня къ горизонтальной линіи AB; уголъ a измѣряется дугою hm; слѣдовательно и уголъ составленный осью уровня съ горизонтальною линіею, т. е. n также будетъ измѣряться дугою hm т. е. тою дугою, на которую пузырекъ уровня отошелъ отъ средины трубки.

Предположимъ, что ab (чер. 27) представляетъ нижнюю плоскость линейки; $a\ mm'$ есть ось уровня непараллельная къ ab.

Поставя уровень на доску и приведя ось его въ положеніе горизонтальное, проводятъ на доскѣ по краю линейки линію и уровень переставляютъ; тогда ось уровня будучи непараллельна къ ab приметъ положеніе $m''m$. Соединивъ m'' съ m' получимъ линію параллельную къ ab; стало быть ножку уровня bm'' нужно укоротить, на величину $m'm'''$, или другими словами уголъ x долженъ обратиться въ нуль. Остается разсмотрѣть, чѣмъ будетъ измѣряться уголъ x.

Уголъ y составленъ осью уровня съ горизонтальною линіею; слѣдовательно онъ будетъ измѣряться дугою, на которую отошелъ пузырекъ отъ средины трубки. Этотъ уголъ y относительно треугольника $m''om$ есть внѣшній и онъ равенъ $x+x'$, но $x=x'$, потому что треугольникъ $m''om'$ равнобедренный слѣдовательно $y=2x$ или x есть половина угла y, стало быть x будетъ измѣряться половиною той дуги, на которую пузырекъ уровня отошелъ отъ средины трубки.

4) Винты.

Винты при инструментахъ бываютъ трехъ родовъ: подъемные, нажимательные и микрометренные.

Подъемные винты служатъ для приведенія плоскости инструмента въ желаемое положеніе.

Нажимательные винты употребляются для закрѣпленія частей инструмента въ требуемомъ положеніи.

Микрометренные винты имѣютъ назначеніе сообщать частямъ инструмента медленное движеніе.

ГЛАВА IV.

ИНСТРУМЕНТЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ ИЗМѢРЕНІЯ И НАНЕСЕНІЯ УГЛОВЪ НА БУМАГУ.

§ 7. Транспортиры, ихъ повѣрка и употребленіе.

Транспортиръ есть снарядъ, помощію котораго опредѣляютъ въ частяхъ окружности, (т. е. въ градусахъ и минутахъ) величину угла, даннаго на бумагѣ и на оборотъ, помощію его наносятъ углы на бумагу, когда величина ихъ выражена градусами и минутами .

Устройство транспортировъ основано на томъ, что уголъ, имѣющій вершину въ центрѣ круга измѣряется дугою, заключенною между его сторонами.

Транспортиры бываютъ: 1) транспортиръ полукруглый; 2) транспортиръ круглый; 3) транспортиръ съ поніусомъ, и 4) транспортиръ прямой.

1) Транспортиръ полукруглый.

а) Устройство (чер. 28).

Транспортиръ полукруглый дѣлается изъ мѣди, или изъ серебра, или изъ рога. Полуокружность *aob* раздѣляется на 180 равныхъ частей или градусовъ, иногда градусы подраздѣляются на полуградусы и четверти градуса.

Дѣленія подписываются такъ какъ это показано на чертежѣ 28. Линія *ab* есть діаметръ, а точка *m* есть центръ полуокружности, *aob*.

b) Повѣрка.

Главныя условія, требуемыя отъ транспортира суть слѣдующія: 1) линія *om* должна быть перпендикулярна къ *ab*; 2) линія *ab* должна быть параллельна къ AB, и 3) назначенные градусы должны быть всѣ между собою равны.

Для изслѣдованія перваго условія поступаютъ такъ: (чер. 29) къ прямой линіи MM′, взятой на бумагѣ, прикладываютъ транспортиръ такъ, чтобы діаметръ *ab* совмѣстился съ нею и при этомъ замѣчаютъ положенія: черты означенной цифрою 90 и центра *m*. Пусть это будутъ точки *o* и *n*. Соединивъ точки *o* и *n* продолжаютъ прямую *on* въ обѣ стороны, потомъ кладутъ транспортиръ такъ, чтобы точка *m*, центръ, упала въ точку *n* и діаметръ *ab* совмѣстился бы съ линіею *n′p*; если при этомъ положеніи транспортира линія MM пройдетъ черезъ дѣленіе 90°, то первое условіе выполняется, т. е. линія *on* перпендикулярна къ *ab*. 2) Парал. лельность линій *ab* и AB изслѣдуется такъ: прикладываютъ транспортиръ такъ, чтобы линія *ab* совпала въ MM (чер. 29) и приложивъ къ транспортиру треугольникъ S, а къ этому послѣднему линейку R. (такъ, какъ это показано на чертежѣ 29) транспортиръ отнимаютъ а треугольникъ поднимаютъ по неподвижной линейкѣ вверхъ; если при этомъ край треугольника совпадетъ въ линію *MM*, то это удостовѣритъ, что линія *ab* параллельна къ линіи AB.

Для изслѣдованія вѣрно ли назначены градусы, поступаютъ такъ: сначала сосчитываютъ, дѣйствительно ли ихъ 180, потомъ ставятъ одну ножку циркуля (чер. 28) въ точку *b*, а другую на дѣленіе, означающее 5 градусовъ, потомъ повертываютъ циркуль, оставляя одну ножку на дѣленіи 5° и смотрятъ, совпадетъ ли другая ножка съ дѣленіемъ 10° и такимъ образомъ обходятъ всю полукружность транспортира. Потомъ не измѣняя растворенія циркуля, ставятъ одну ножку на дѣленіе перваго

градуса, т. е. на черту x, и снова перекладываютъ циркуль по всему транспортиру, замѣчая, будетъ ли совпадать другая ножка циркуля съ дѣленіями; за тѣмъ повторяютъ это дѣйствіе, начиная съ дѣленія 2° т. е. съ черты y и m. q.

Примѣчаніе: Циркуль должно перекладывать по дугѣ, начерченной на транспортирѣ.

Если при повѣркѣ окажется, что хотя одно изъ трехъ описанныхъ условій не выполняется, то транспортиръ къ употребленію не годенъ.

c) Употребленіе.

Вѣрный транспортиръ употребляется такимъ образомъ:

a) Измѣреніе угловъ.

Величина даннаго угла, напримѣръ BAE (чер. 30) транспортиромъ опредѣляется такъ: одну сторону угла, напр. AB, продолжаютъ въ сторону противоположную, а другую сторону AE дѣлаютъ длиннѣе радіуса транспортира, (если она менѣе), потомъ прикладываютъ транспортиръ такъ чтобы точка m, т. е. центръ транспортира, упала въ точку A, т. е. въ вершину даннаго угла; линія ab, т. е. діаметръ транспортира, совмѣстилась бы съ DB. Тогда число сосчитанныхъ градусовъ по дугѣ транспортира, начиная отъ точки b до линіи AE или дуга bkn выразитъ величину измѣряемаго угла BAE.

Если бы нужно было измѣрить уголъ DAE (чер. 30), то сдѣлавъ пріемъ съ транспортиромъ такой же какой былъ описанъ, сосчитываютъ число градусовъ по дугѣ транспортира, начиная отъ точки a и до линіи AE и число градусовъ дуги akn выразитъ величину измѣряемаго угла.

b) Нанесеніе угловъ.

Нанесеніе угловъ транспортиромъ дѣлается такъ: къ данной линіи прикладываютъ транспортиръ такъ, чтобы точка m (центръ транспортира), упала въ точку, принятую за вершину угла и линія ab (діаметръ транспортира) совмѣстилась бы съ данною линіею, потомъ отсчитавъ по дугѣ транспортира данное число градусовъ отъ точки b, ставятъ противъ этого дѣленія на бумагѣ точку, и отнявъ транспортиръ, соединяютъ эту точку съ точкою, принятою за вершину угла, отъ чего и получится требуемый уголъ.

2) Транспортиръ круглый

a) Устройство (чер. 31).

Круглый транспортиръ есть ни что иное, какъ соединеніе двухъ полукруглыхъ транспортировъ, дѣленія на немъ назначаются отъ нуля до 360 градусовъ.

b) Изслѣдованіе

Повѣрка такого транспортира дѣлается точно такъ же, какъ и транспортира полукруглаго.

3) Круглый транспортиръ съ нонiусомъ.

Круглый транспортиръ съ нонiусомъ устроивается съ цѣлію измѣрять и наносить на бумагу углы, выраженные градусами и минутами.

a) Устройство (чер. 32).

Состоитъ изъ мѣднаго круга *abfh*, соединеннаго съ своимъ центромъ радiусами *x*, *x*, *x*, *x*.

Окружность круга раздѣляется на градусы и полуградусы. Въ центрѣ круга движется металлическая линейка (алидада) BB, на одномъ концѣ которой расположенъ нонiусъ DE.

На продолженiи линейки BB устроиваютъ винты K и T снизу заостренные.

Къ кольцу A придѣланъ рычагъ F, который помощiю винта N можетъ быть прикрѣпленъ къ кругу *abfh*,

Микрометренный винтъ H служитъ для медленнаго движенiя линейки BB.

Противъ дѣленiй подписанныхъ 0,90, 180, 270, устроены показатели.

Въ срединѣ кольца A вставляется стекло, на которомъ и назначаютъ точкою центръ окружности *abfh*.

b) Повѣрка

Повѣрка дѣленiй въ этомъ транспортирѣ дѣлается помощiю нонiуса такимъ образомъ: поставя крайнiю черту нонiуса на нуль дѣленiя круга смотрятъ, совпадаетъ ли другая крайняя черта нонiуса съ дѣленiемъ круга, потомъ передвигаютъ крайнюю черту нонiуса черезъ одно дѣленiе и снова смотрятъ, совпадаетъ ли другая крайняя черта нонiуса съ дѣленiемъ круга и такимъ образомъ обходятъ всю окружность, и если постоянно будетъ описанное совпаденiе, то это удостовѣритъ, что окружность раздѣлена вѣрно. Потомъ повѣряютъ, вѣрно ли поставлены показатели, для чего на бумагѣ проводятъ линiю PR (чер. 33) и прикладываютъ транспортиръ такъ, чтобы точка M упала въ точку напримѣръ A и линiя *mMn* совпала бы съ линiею PR, потомъ замѣчаютъ положенiе точекъ O и Z, соединивъ ихъ, продолжаютъ эту линiю и прикладываютъ транспортиръ

такъ чтобы точка M упала въ A и линія *mn* совпала съ SQ; если при этомъ линія OZ совпадетъ съ линіею PR, то условіе выполняется.

Потомъ ослабивъ винтъ N (чер. 32), подвигаютъ линейку BB до тѣхъ поръ, пока черта ноніуса, означенная пулемъ сольется съ чертою дѣленія круга, означенною пулемъ, тогда винтъ N закрѣпляютъ, и если замѣтятъ, что черта ноніуса сдвинулась, то поправляютъ винтомъ H. Сдѣлавъ эту установку, винтами T и K назначаютъ на бумагѣ точки и по снятіи транспортира смотрятъ, находятся ли эти точки на линіи QS (черт. 33), и если окажется, что не находятся, то винты K и T нужно будетъ немного передвинуть помощію винтовъ *pp* и *p'p'* (чер. 32).

c) Употребленіе.

a) Измѣреніе угловъ.

Измѣреніе угловъ этимъ транспортиромъ дѣлается слѣдующимъ образомъ: прикладываютъ транспортиръ такъ, чтобы центръ его упалъ въ вершину угла и чтобы линія *m*M*n* совпала съ одною изъ сторонъ даннаго угла, потомъ линейку BB подвигаютъ до тѣхъ поръ, чтобы винтъ K лежалъ прямо на другой сторонѣ даннаго угла и отсчитываютъ число градусовъ до нуля ноніуса, а число минутъ отсчитываютъ по ноніусу.

b) Построеніе угловъ.

Построеніе угловъ помощію этого транспортира дѣлается такимъ образомъ: проводятъ на бумагѣ прямую линію и прикладываютъ транспортиръ такъ чтобы центръ упалъ въ точку, принятую за вершину угла и линія *mn* совмѣстилась бы съ начерченною линіею; ослабивъ винтъ N подвигаютъ линейку BB до тѣхъ поръ, пока нуль ноніуса совпадетъ съ дѣленіемъ, означающимъ данные градусы; закрѣпивъ винтъ M, винтомъ H подвигаютъ линейку BB до тѣхъ поръ, пока черта ноніуса, означающая данныя минуты совпадетъ съ чертою даннаго круга.

Установивъ ноніусъ, накалываютъ на бумагѣ точку винтомъ K, транспортиръ снимаютъ и соединяютъ наколотую точку съ точкою, принятою за вершину угла, отъ чего и получается на бумагѣ требуемый уголъ.

4) Полукруглый транспортиръ съ ноніусомъ.

a) Устройство (чер. 34).

Полукругъ ABD раздѣленъ на полуградусы и градусная подпись расположена такъ при концахъ діаметра 90, а на срединѣ дуги 0.

Въ центрѣ транспортира на шарнирѣ вращается алидада FF съ ноніусомъ, помощію котораго можно отсчитывать точно до одной минуты; нуль на ноніусѣ назначается въ срединѣ. При движеніи алидады винтъ M должно ослабить; когда же будетъ нужно, чтобы алидада была неподвижна, винтъ M закрѣпляютъ.

b) Изслѣдованіе.

1) Вѣрно ли раздѣленъ полукругъ.

2) Центръ движенія линейки совпадаетъ ли съ центромъ транспортира.

3) Параллельны ли ребра алидады съ линіею, проходящею черезъ нуль ноніуса и центръ движенія алидады.

4) Ребра алидады равно ли удалены отъ линіи, соединяющей нуль нонiуса съ центромъ вращенія.

5) Параллеленъ ли діаметръ съ нижнимъ краемъ транспортира, и

6) Поставя нуль нонiуса на нуль дѣленія, будутъ ли ребра перпендикулярны къ діаметру.

1-е Изслѣдуется такъ же, какъ и въ кругломъ транспортирѣ.

2-е, 3-е, 4-е, и 5-е изслѣдованіе дѣлается такъ: положивъ линейку R (чер. 35) и къ ней треугольникъ S, къ катету *ab* прикладываютъ транспортиръ. Потомъ уставя нуль нонiуса на 90° по краямъ алидады проводятъ карандашемъ линіи. Отнявъ транспортиръ изслѣдуютъ, если начерченныя линіи составляютъ одну прямую, то условія 2-е, 3-е и 4-е выполняются, въ противномъ случаѣ должно сдѣлать исправленіе чрезъ механика.

Подвинувъ треугольникъ S, вверхъ по линейкѣ замѣчаютъ: если катетъ *ab* совпадаетъ съ начерченною линіею, то діаметръ транспортира параллеленъ съ нижнимъ краемъ; при невыполненіи этого транспортиръ употреблять нельзя.

6-е Проведя по катету (черт. 35) *ab* линію, прикладываютъ транспортиръ, предварительно поставя неподвижно нуль нонiуса на нуль дуги и по обоимъ краямъ алидады проводятъ линіи. Отнявъ транспортиръ, къ начерченной линіи *mm* прикладываютъ треугольникъ, а къ нему транспортиръ и смотрятъ, совпадаетъ ли лѣвый край алидады съ линіею *ab*, потомъ приложивъ треугольникъ къ *mm* смотрятъ, совпадаетъ ли правый край алидады съ линіею *ab*; выполненіе этого удостовѣритъ въ томъ что при постановленіи нуля нонiуса на нуль дуги транспортира ребра алидады перпердикулярны къ діаметру.

c) Употребленіе.

a) Измѣреніе угловъ (чер. 36).

Чтобы измѣрить данный уголъ, на примѣръ BAD, то къ одной изъ его сторонъ прикладываютъ линейку R, *a* къ линейкѣ транспортиръ, потомъ

придерживая линейку, по которой и сдвигаютъ транспортиръ въ сторону до тѣхъ поръ, пока ребро алидады коснется бока AB, тогда приводятъ это ребро алидады въ совпаденіе съ линіею AB; сдѣлавъ отсчетъ по ноніусу полученное число градусовъ и минутъ должно вычесть изъ 90, на томъ основаніи, что нуль градусной подписи на средшѣ дуги, а не у конца діаметра; слѣдовательно полученное число градусовъ и минутъ выразитъ уголъ FAB, а 90 безъ FAB даетъ градусную величину измѣряемаго угла.

b) **Нанесеніе угловъ.** (чер. 36).

Чтобы нанести данный уголъ, напримѣръ въ 37° 18′ при линіи AD и при точкѣ A, то приложивъ къ AD линейку, а къ ней транспортиръ, ставятъ алидаду такъ, чтобы нонiусъ показалъ 90—37° 18′, т. е. 52° 42′ и при этомъ по ребру ея проводятъ линію, на примѣръ *ab*, отнявъ транспортиръ и проведя черезъ точку A параллель къ *ab* получимъ требуемый уголъ.

5) Транспортиръ прямой.

a) **Устройство** (чер. 37).

Прямой транспортиръ устроиваютъ такъ: положимъ, что мы имѣемъ транспортиръ полукруглый, сдѣланный на цѣльной пластинкѣ и въ которомъ всѣ дѣленія соединены съ центромъ; если мы вырѣжемъ изъ него прямоугольникъ такъ, чтобы одинъ бокъ его былъ часть діаметра транспортира, а средина этого бока была бы центръ транспортира, то этотъ прямоугольникъ, (представленный на чертежѣ 37) и называется прямымъ транспортиромъ.

b) Употребленіе.

Прямой транспортиръ употребляется точно также, какъ и транспортиръ полукруглый.

§ 8. Точность нанесенія и измѣренія угловъ.

Чѣмъ болѣе радіусъ транспортира, тѣмъ точнѣе наносится и измѣряется уголъ и дѣйствительно, при большемъ радіусѣ градусы подраздѣляются на мельчайшія части, такъ напримѣръ на $^1/_4$ градуса. При такихъ дѣленіяхъ довольно вѣрно на глазъ можно опредѣлить половину дѣленія и тогда точность нанесенія будетъ до $7\,^1/_2$ минутъ; но принявъ во вниманіе не совершенно точную установку центра транспортира въ вершину угла и толщину линій, служащихъ сторонами угла можно допустить точность тоже около половины самаго меньшаго дѣленія; совокупность этихъ

погрѣшностей можно полагать до $^1/_4$ градуса. Чѣмъ радіусъ транспортира менѣе, тѣмъ и дѣленія на кругѣ будутъ мельче, такъ что при транспортирахъ въ $2^1/_2$ дюйма въ діаметрѣ, меньшее дѣленіе $^1/_2$ градуса а длиною будетъ почти равно меньшему дѣленію 7 дюймоваго транспортира; стало быть при транспортирахъ съ малымъ радіусомъ точность нанесенія и измѣренія можно полагать въ $^1/_2$ градуса.

ГЛАВА V.

ИНСТРУМЕНТЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ ИЗМѢРЕНІЯ ЛИНІЙ НА МѢСТНОСТИ.

Прежде чѣмъ мы приступимъ къ описанію инструментовъ и способовъ для измѣренія линій на мѣстности, считаемъ нужнымъ сказать объ орудіяхъ и способахъ, употребляемыхъ для обозначенія на мѣстности точекъ и линій.

§ 9. Вѣшеніе линій.

I. Чѣмъ означаются на мѣстности точки и линіи?

При топографическихъ съемкахъ, разстоянія между точками мѣстности никогда не превышаютъ 5 верстъ, и поэтому для обозначенія точекъ мѣстности употребляютъ вѣхи (прямыя жерди), длиною отъ 1 до 6 саженъ (смотря по надобности), которыя и ставятъ отвѣсно въ обозначаемыя точки, а для того, чтобы ихъ лучше можно было видѣть, то ихъ или окрашиваютъ краскою, или на верхнихъ концахъ навязываютъ: цвѣтные флаги, пуки соломы, пуки хвороста и т. п. (чер. 38).

Для означенія линій на мѣстности (для вѣшенія линій) употребляютъ вѣхи въ 1 или $1^1/_2$ сажени длиною и въ діаметрѣ около дюйма, по возможности ровныя и безъ коры (самыя лучшія словыя).

II. Что значитъ провѣшить линію?

Провѣшить линію значитъ поставить рядъ вѣхъ такъ, чтобы онѣ (будучи поставлены отвѣсно) составляли одну вертикальную плоскость.

Для вѣшенія линій достаточно имѣть двѣ данныя точки, на томъ основаніи, что положеніе прямой линіи опредѣляется двумя точками.

По расположенію данныхъ точекъ вѣшеніе линій можно подраздѣлить такъ: 1) вѣшеніе линій по двумъ даннымъ точкамъ и 2) вѣшеніе линій между двумя данными точками.

Провѣшить линію по двумъ даннымъ точкамъ (т. е. продолжить линію), значитъ поставить вертикально рядъ вѣхъ такъ, чтобы, смотря чрезъ вѣху, поставленную въ данной крайней точкѣ, она покрывала бы вѣху, поставленную въ другой данной точкѣ и всѣ вновь поставленныя вѣхи.

Провѣшить линію между двумя точками (т. е. назначить прямую линію между этими данными точками), значитъ поставить вертикально рядъ вѣхъ такъ, чтобы, смотря черезъ одну вѣху, поставленную въ данной точкѣ казалось, что она закрываетъ всѣ вновь поставленныя вѣхи и вѣху, поставленную въ другой данной точкѣ.

Вѣшеніе линій.

1) Вѣшеніе линій по двумъ даннымъ точкамъ A и B (чер. 39).

Чтобы провѣшить по даннымъ точкамъ A и B линію, то для этого въ данныя точки ставятъ вертикально вѣхи *Aa* *Bb*, послѣ того съемщикъ, взявши вѣху отходитъ шаговъ на 90 или на 100 отъ вѣхи *Bb* и ставитъ вѣху *Cc* такъ, чтобы, смотря черезъ нее, она закрывала бы собою вѣхи *Bb* и *Aa*, и точно такимъ же образомъ выставляютъ вѣхи *Dd* и *Ee*, потомъ по двумъ вѣхамъ *Dd* и *Ee* выставляютъ вѣхи *Ff*, *Gg* и т. д. Тогда рядъ поставленныхъ вѣхъ, находясь въ одной вертикальной плоскости изобразитъ продолженіе данной линіи AB.

2) Вѣшеніе линій между двумя данными точками.

При этомъ могутъ быть различные случаи:

а) Провѣшить линію по даннымъ точкамъ A и B на мѣстности ровной и открытой (чер. 40).

Для этого въ данныхъ точкахъ ставятъ вертикально вѣхи *Aa*, *Bb*, самъ съемщикъ становится при одной изъ этихъ вѣхъ, напримѣръ при *Aa* и посылаетъ съ вѣхою *Cc* по направленію линіи шаговъ на 100 отъ себя. Когда посланный остановится, тогда съемщикъ, смотря черезъ вѣху *Aa*, заставляетъ подвигать вновь поставленную вѣху вправо и влѣво до тѣхъ поръ, пока за вѣхою C не будетъ видно вѣхи *Bb*, тогда вѣху *Cc* втыкаютъ въ землю; точно также выставляютъ и вѣху *Dd*, и тогда рядъ вѣхъ, поставленныхъ такимъ образомъ изобразитъ направленіе линіи AB.

b) Провѣшить линію по даннымъ точкамъ A и B, между которыми лощина (чер. 41).

Выставивъ вертикально вѣхи A*a* и B*b* съемщикъ становится при вѣхѣ, стоящей на болѣе отлогомъ скатѣ и посылаетъ выставить вѣху C*c* такъ, чтобы, смотря черезъ вѣху A*a*, вѣха C*c* покрыла бы вѣху B*b*. Потомъ по вѣхамъ A*a* и C*c* вѣшать линію до тѣхъ поръ, пока будетъ возможно, послѣ того по вѣхамъ D*d* и F*f* выставляютъ вѣху G*g*, а по вѣхамъ G*g* и B*b* выставляютъ вѣху H*h*. Тогда рядъ этихъ вѣхъ и выразитъ направленіе линіи AB.

c) Провѣшить линію между точками A и B, когда между ними находится возвышеніе (чер. 42).

Для этого выставивъ въ данныхъ точкахъ вертикально вѣхи, избираютъ такую точку K, чтобы изъ нее можно было видѣть вѣхи, поставленныя въ A и B, и тогда стоящій въ точкѣ K посылаетъ съ вѣхами: одну по направленію къ A, а другую къ B, и устанавливаютъ эти вѣхи такъ, чтобы одна была на линіи AK, а другая на линіи BK, послѣ чего онъ переноситъ свою вѣху, а стоящіе въ точкахъ *n* и *m* устанавливаютъ его вѣху на линіи *nm* напримѣръ въ точку K'; потомъ вѣхи *n* и *m* снимаютъ и стоящій съ вѣхою K' устанавливаетъ ихъ, напримѣръ въ точки *n'* и *m'*, т. е. одну по направленію линіи AK', а другую по направленію линіи BK'.

Когда эти вѣхи будутъ установлены, то онъ опять переноситъ свою вѣху, а стоящіе съ вѣхами *n* и *m* устанавливаютъ его вѣху на линію *n'm'*, т. е. въ точку K'', и такую перестановку продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока стоящій при вѣхѣ K''' увидитъ, что вѣха *n''* покрываетъ вѣху, стоящую въ точкѣ A, и что вѣха *m''* покрываетъ вѣху, стоящую въ точкѣ B, и въ тоже время его вѣха будетъ находиться на линіи *n''m''*, тогда рядъ этихъ вѣхъ изобразитъ направленіе линіи AB.

d) Провѣшить линію между точками A и B, когда по отдаленности изъ точки A не видно вѣхи, поставленной въ точкѣ B (чер. 43).

Поставивъ въ данныхъ точкахъ вертикально вѣхи, одинъ становится съ вѣхою въ такую произвольную точку *n*, чтобы ему была видна хотя одна изъ вѣхъ, поставленныхъ въ данныхъ точкахъ, т. е. въ A или въ B, и тогда онъ устанавливаетъ съ вѣхою *m* по направленію линіи, напр. *n*A. Потомъ стоящій въ точкѣ *m*, устанавливаетъ вѣху *n* въ *n'*, т. е. по направленію линіи B*m*. Послѣ того стоящій въ точкѣ *n*, переводитъ стоящаго съ вѣхою *m* въ точку *m'*, т. е. по направленію линіи *n* A, и продолжаютъ это дѣйствіе до тѣхъ поръ, пока стоящій при вѣхѣ *n'* увидитъ, что вѣха *m'* покрываетъ вѣху въ точкѣ A, и въ тоже время стоящій при вѣхѣ *m'* увидитъ, что вѣха *n'* покрываетъ вѣху въ точкѣ B. Тогда рядъ этихъ вѣхъ и выразитъ направленіе линіи AB.

e) Если случится назначить прямую линію между данными точками, когда между ними находится строеніе, тогда поступаютъ такъ: обозначивъ данныя точки A и B (чер. 44) вѣхами, избираютъ такую точку *a*, чтобы изъ нея были видны вѣхи A и B: опредѣливъ длину A*a* и B*b*, отклады-

ваютъ отъ a какую нибудь часть этихъ измѣреній, такъ напримѣръ ab равную $^1/_4$ Aa и af равную $^1/_3$ aB, отъ чего получается линія bf, параллельная съ AB; продолживъ ея въ обѣ стороны опускаютъ на нее перпендикуляры изъ одной данной точки, напримѣръ изъ A, изъ другихъ произвольныхъ, напримѣръ изъ h и n, на перпендикулярахъ hh' и nn' откладываютъ отъ h линію $h'h''$, а отъ n' линію $n'n''$ по длинѣ равныя AD и тогда точки n'' и h'', находящіяся на линіи AB выразятъ ея направленіе.

Или можно поступить такъ: обозначивъ точки A и B вѣхами (чер. 45), провѣшиваютъ произвольную линію AD, на которую опускаютъ перпендикуляры изъ B и еще изъ нѣсколькихъ произвольно взятыхъ точекъ; опредѣливъ длину: Ab, Af, Ah и Bb легко найдти длину перпендикуляровъ ff' и hh' такъ:

$$AB : Af = Bb : ff' \text{ откуда } ff' = \frac{Bb.Af}{AB}$$

$$AB : Ah = Bb : hh' \text{ откуда } hh' = \frac{Bb.Ah}{AB};$$

отложивъ отъ h длину hh', а отъ f длину ff', будемъ имѣть точки, лежащія на линіи AB; стало быть линія будетъ обозначена.

Умѣя вѣшить линіи, займемся теперь описаніемъ инструментовъ, нужныхъ для измѣренія линій на мѣстности, и изложеніемъ способовъ самаго измѣренія.

§ 10. Мѣрная цѣпь.

а) Устройство (чер. 46).

Мѣрная цѣпь дѣлается изъ желѣзной проволоки, толщиною въ гусиное перо. Она составляется изъ колѣнъ, которыя соединяются между собою кольцами малаго діаметра.

На концахъ цѣпи дѣлаются кольца большаго діаметра. Длина всей цѣпи между центрами первыхъ малыхъ колецъ a и b должна быть 10 саженъ.

Для обозначенія отдѣльныхъ саженъ привѣшиваются мѣдныя бляхи съ номерами или безъ оныхъ. Цѣпь составляется изъ колѣнъ величиною: или въ полуаршинъ, или въ футъ, или въ одну десятую долю сажени. Цѣпь, представленная на чертежѣ 46 имѣетъ 100 колѣнъ.

b) Повѣрка.

Передъ употребленіемъ, цѣпь непремѣнно должна быть повѣрена, т. е. должно изслѣдовать, дѣйствительно ли между центрами малыхъ колецъ *a* и *b* 10 саженъ

Повѣрка цѣпи дѣлается такъ: вытянувъ цѣпь на ровномъ мѣстѣ (лучше еще на полу), прикладываютъ къ ней нормальную сажень такъ, чтобы одинъ конецъ ея совпадалъ съ центромъ кольца *a*. и замѣчаютъ ниткою то мѣсто, куда упадетъ другой конецъ сажени, потомъ снявъ осторожно сажень, перекладываютъ ее такъ, чтобы одинъ конецъ ея касался нитки, и снова замѣчаютъ ниткою положеніе другаго конца сажени; потомъ такимъ же порядкомъ перекладываютъ сажень, и если при наложеніи сажени въ 10 разъ, конецъ ея совпадетъ съ центромъ кольца *b*, то это будетъ значить, что цѣпь вѣрна, въ противномъ случаѣ должно тщательно измѣрить по масштабу разстояніе отъ конца сажени до центра кольца *b* и эту величину вводить поправкою при опредѣленіи длины линій.

Примѣчаніе 1. Въ случаѣ если бы не оказалось нормальной сажени, то съемщикъ самъ можетъ устроить вѣрную сажень, воспользовавшись величиною дюйма, назначеннаго на масштабѣ, такъ: приготовивъ деревянный четыреугольный брусъ, откладываютъ на немъ (начиная отъ конца) циркулемъ величину 6-ти дюймовъ четырнадцать разъ и черезъ это получится вѣрная сажень.

Примѣчаніе 2. При съемкѣ принято за непремѣнное правило повѣрять цѣпь каждодневно, и чтобы не дѣлать каждый разъ повѣрку описаннымъ способомъ, то поступаютъ слѣдующимъ образомъ: повѣренную цѣпь вытягиваютъ по стѣнѣ какого нибудь зданія и замѣчаютъ положеніе центровъ колецъ *a* и *b*. тогда для каждодневной повѣрки достаточно вытянуть цѣпь по замѣченнымъ точкамъ, и если при этомъ окажется, что длина цѣпи измѣнилась, то эту величину снова должно вымѣрить и вводить поправкою при опредѣленіи длины линій.

c) Употребленіе цѣпи для измѣренія линій.

I. Горизонтальныхъ

При измѣреніи линій, цѣпь большими кольцами надѣваютъ на цѣпные колья (багры), которые дѣлаются длиною въ одну сажень (чер. 47) и имѣютъ снизу перекладину для того, чтобы кольца цѣпи не спадали.

Двое взявъ багры вытягиваютъ цѣпь по провѣшенной линіи, одинъ изъ нихъ, идущій съ заднимъ концемъ цѣпи ставитъ свой цѣпной колъ

такъ, чтобы центръ кольца *a* былъ при концѣ вѣхи, поставленной при началѣ линіи, тогда несущій передній конецъ цѣпи, по подаваемымъ ему знакамъ, передвигается вправо или влѣво до тѣхъ поръ, пока онъ точно станетъ на провѣшенную линію и послѣ того цѣпь встряхиваютъ и вытягиваютъ, при этомъ идущій съ переднимъ концемъ цѣпи ставитъ свой цѣпной колъ; а противъ центра кольца *b* ставитъ малый цѣпной колышекъ, которые бываютъ или деревянные или желѣзные (чер. 48), длиною около $1\frac{1}{2}$ фута (деревянный снизу заостренъ и иногда конецъ его окованъ желѣзомъ для удобнаго втыканія въ землю). Цѣпныхъ колышковъ дается идущему впереди десять. Поставивъ колышекъ, оба идутъ впередъ по линіи, и когда идущій сзади дойдетъ до поставленнаго цѣпнаго колышка, то останавливаетъ передняго, и ставитъ свой багоръ такъ, чтобы центръ кольца *a* былъ подлѣ конца цѣпнаго колышка и потомъ продолжаютъ измѣреніе точно также, какъ это было описано.

Когда у идущаго впереди выдутъ всѣ десять колышковъ, тогда идущій сзади дойдетъ до десятаго цѣпнаго колышка устанавливаетъ багоръ, колышекъ вынимаетъ, и пересчитавъ всѣ ли на лицо десять, передаетъ ихъ впереди идущему, а самъ дѣлаетъ на палочкѣ нарѣзку (или отмѣчаетъ на бумагѣ); слѣдовательно каждая нарѣзка будетъ выражать 10 цѣпей или 100 саженъ.

Дойдя до другаго конца линіи, несущій передній конецъ цѣпи не останавливается, а протягиваетъ цѣпь далѣе до тѣхъ поръ, пока сзади идущій дойдетъ до послѣдняго цѣпнаго колышка, и потомъ уже отсчитываютъ число саженъ и футовъ отъ послѣдняго колышка до конца линіи. Очевидно, что длину линіи будетъ выражать число цѣпей, умноженное на 10 и сложенное съ числомъ саженей и футовъ, отсчитанныхъ отъ послѣдняго цѣпнаго колышка до конца линіи.

Число же цѣпей опредѣляется числомъ нарѣзокъ и числомъ тѣхъ колышковъ, которые будутъ у идущаго съ заднимъ концемъ цѣпи, напримѣръ пусть нарѣзокъ будетъ 6, колышковъ у несущаго задній конецъ цѣпи 8 и еще отсчитано 3,5 сажени, тогда длина линіи будетъ:

6 нарѣзокъ.	600 саженъ,
8 колышковъ, или 8 цѣпей . .	80 саженъ,
и отсчитано	3,5 сажени.
Слѣдовательно длина линіи будетъ.	683,5 сажени.

Примѣчаніе. При положеніи цѣпи въ послѣдній разъ, опять необходимо свѣрить, дѣйствительно ли у несущихъ цѣпь всѣ десять колышковъ, если окажется, что колышки не всѣ, то линію должно промѣрить снова.

II. Наклонныхъ.

Линія, лежащая не горизонтально, составляетъ съ горизонтальною линіею, проведенною черезъ одинъ ея конецъ уголъ, называемый угломъ наклоненія.

Измѣреніе наклонныхъ линій цѣпью производится двоякимъ образомъ: 1) если наклонная линія измѣняетъ уголъ наклоненія на небольшихъ разстояніяхъ, то таковую линію измѣряютъ не кладя цѣпь на землю, а вытягивая ее горизонтально, для чего одинъ конецъ цѣпи поднимаютъ на цѣпномъ колѣ; а чтобы цѣпь не образовала дугу, то ее въ срединѣ поддерживаютъ, такъ наприм. (чер. 49) длина ab . на которой вытянута цѣпь представитъ горизонтальное положеніе линіи ab, длина bf выразитъ горизонтальное положеніе bf и т. п.; тогда сумма линій $ab + bf$ и т. д. выразитъ горизонтальное положеніе измѣряемой наклонной линіи.

При измѣреніи линій, лежащихъ на крутыхъ покатостяхъ, измѣреніе производятъ также, какъ сейчасъ было описано, но только цѣпь складываютъ вдвое и при такихъ способахъ прямо получаютъ горизонтальное положеніе измѣряемой линіи.

Измѣреніе наклонныхъ линій значительной длины производятъ точно также, какъ описано измѣреніе линій горизонтальныхъ; а для нахожденія ихъ горизонтальнаго положенія измѣряютъ уголъ наклоненія, и тогда имѣя эти данныя легко будетъ опредѣлить горизонтальное положеніе измѣренныхъ линій.

§ 11. Опредѣленіе истинной длины линіи, измѣренной невѣрною цѣпью.

Для опредѣленія истинной длины линіи, измѣренной невѣрною цѣпью, должно ту величину, на которую цѣпь оказалась длиннѣе или короче 10 саженъ, умножить на число цѣпей и полученную поправку нужно придать къ найденной мѣрѣ линіи; если употребляемая цѣпь была длиннѣе 10 саженъ и вычесть если цѣпь была короче 10 саженъ Объяснимъ это примѣромъ: очевидно, если одна и та же линія будетъ измѣряться различными мѣрами, то большая мѣра помѣстится въ ней меньшее число разъ, и на оборотъ. Такъ напримѣръ: пусть длина линіи (чер. 50) ap будетъ 30 саженъ и точки b и h означаютъ концы десяти саженъ. Тогда при измѣреніи этой линіи цѣпью, которой длина равняется 10 саженямъ $+ x$ найдемъ, что положивъ цѣпь отъ точки a, другой конецъ ея упадетъ не въ точку b а въ f, отстоящую отъ b на величину x.

При положеніи цѣпи въ другой разъ, если бы одинъ конецъ ея мы помѣстили въ точку b, то другой конецъ ея упалъ бы не въ точку b, а далѣе ея въ точку m, отстоящую отъ b на величину тоже равную x; но мы кладемъ одинъ конецъ цѣпи не въ точку b, а въ точку f, слѣдовательно другой конецъ цѣпи упадетъ въ точку n, отстоящую отъ b уже на $2x$.

При третьемъ положеніи цѣпи, конецъ ея пройдетъ за точку b и упадетъ въ точку p, отстоящую отъ b на величину равную $3x$.

И такъ въ линіи ap мы сосчитаемъ не три полныхъ цѣпи, но три цѣпи безъ $3x$; слѣдовательно для полученія истинной длины линіи ap должно къ отсчитанному числу саженъ придать $3x$, т. е. погрѣшность цѣпи, умноженную на число цѣпей.

На оборотъ, если бы цѣпь оказалась короче 10 саженъ, то истинная длина линіи, измѣренной этою цѣпью, будетъ равна числу саженъ, отсчитанныхъ, безъ произведенія числа цѣпей на ошибку цѣпи.

Числовой примѣръ:

1) Линія промѣрена въ 360 саженъ цѣпью, которая длиннѣе 10 саженъ на $3^3/_4$ дюйма, или на 0,044 сажени: слѣдовательно въ измѣренной линіи 36 цѣпей и ошибка сдѣланная при измѣреніи будетъ равна $36 \times 0{,}044 = 1{,}58$ сажени, тогда истинная длина линіи будетъ равна $360 + 1{,}58 = 361{,}58$ сажени.

2) Линія измѣрена въ 420 саженъ цѣпью, которая короче 10 саженъ на 4 дюйма, или на 0,048 сажени, тогда ошибка при измѣреніи будетъ $42 \times 0{,}048$ равна 2, саженямъ, слѣдовательно истинная длина измѣренной линіи будетъ равна $420 - 2 = 418$.

3) Когда встрѣтится надобность невѣрною цѣпью отмѣрить линію на мѣстности, тогда должно погрѣшность цѣпи умножить на число цѣпей, содержащихся въ данной линіи, и найденную поправку отнять отъ найденнаго числа саженъ; если цѣпь будетъ болѣе 10 саженъ, и придать, если будетъ менѣе 10 саженъ, и полученное число саженъ уже отмѣрить невѣрною цѣпью. Напримѣръ требуется отмѣрить на мѣстности линію въ 840 саженъ цѣпью, длина которой 10 саж. и $4^1/_2$ дюйма, или 10,054; слѣдовательно поправка въ длинѣ той линіи, которую должно отмѣрить будетъ $84 \times 0{,}054 = 4{,}5$ сажени, и такъ длина линіи, которую нужно отмѣрить этою цѣпью будетъ $840 - 4{,}5 = 835{,}5$ саженъ.

Предположимъ, что требуется отмѣрить, на мѣстности линію въ 140 саженъ цѣпью, которой длина равняется 10 саженямъ безъ 4,5 дюймовъ или безъ 0,054 саж. тогда поправка въ длинѣ линіи будетъ $14 \times 0{,}054 = 0{,}8$ саж. И такъ слѣдуетъ отмѣрить не 140 саженъ, а 140,8 саженъ.

§ 12. Опредѣленіе горизонтальнаго проложенія измѣренныхъ наклонныхъ линій.

Прежде было говорено, что на планы должно наносить не самую длину измѣренныхъ линій, а ихъ горизонтальныя проложенія, слѣдовательно всякую измѣренную наклонную линію должно прокладывать на горизонтальную плоскость. Очевидно, что на мѣстности этого сдѣлать нельзя, поэтому и покажемъ пріемы для опредѣленія величины горизонтальнаго проложенія измѣренныхъ наклонныхъ линій.

Предположимъ (чер. 51), что AB есть данная наклонная линія, а NN представляетъ горизонтальную плоскость, проведенную чрезъ точку A. Тогда для полученія горизонтальнаго проложенія данной линіи, должно изъ точки B опустить на плоскость NN перпендикуляръ Bb и соединивъ A съ b получимъ линію Ab, длина которой и выразитъ требуемое горизонтальное проложеніе линіи AB.

Величина линіи Ab опредѣлится изъ прямоугольнаго треугольника ABb, въ которомъ катетъ Ab будетъ равенъ гипотенузѣ AB, умноженной на на косинусъ угла BAb. Уголъ BAb есть ни что иное, какъ уголъ наклоненія данной линіи, (т. е. уголъ составляемый наклонною линіею съ своимъ горизонтальнымъ проложеніямъ): т. е. $Ab = \frac{AB.\cos a}{R}$, откуда $\log Ab = \log\cos a + \lg AB - 10$.

Пусть AB = 307 сажен., уголъ $a = 24°$, то

$\log 307 = 2{,}48714$

$\log\cos a = 9{,}96073$

$\log Ab = 2{,}44787$

$Ab = 280{,}5$ саж.

Но чтобы каждый разъ не вычислять горизонтальныхъ проложеній способомъ тригонометрическимъ, то и прилагается здѣсь таблица, вычисленная такъ, что длина наклонной линіи принята за одну сажень, а углы наклоненія взяты, измѣняющимися на 1°, отъ 3-хъ и до 45°. Зная, что $Ab = AB \cdot cs\, a$, опредѣляютъ разность длины наклонной и соотвѣтствующаго ей горизонтальнаго проложенія, т. е. AB — Ab; тогда AB - Ab AB - AB $cs\, a$; AB - Ab = AB $(1 - cs\, a)$; или AB — Ab = — AB$2\sin^2 {}^1/_2\, a$, или AB—Ab = 2 AB.$\sin^2 {}^1/_2\, a$.

Таблица для опредѣленія горизонтальнаго проложенія наклонныхъ линій длиною въ одну сажень.

Углы наклоненія.	Поправка въ саженяхъ.	Углы наклоненія.	Поправка въ саженяхъ.	Углы наклоненія.	Поправка въ саженяхъ.
1	—	16	0,0392	31	0,1432
2	—	17	0,0441	32	0,1522
3	0,001	18	0,0496	33	0,1612
4	0,002	19	0,0548	34	0,1712
5	0,004	20	0,0600	35	0,1812
6	0,006	21	0,0668	36	0,1912
7	0,008	22	0,0736	37	0,2012
8	0,010	23	0,0804	38	0,2122
9	0,012	24	0,0872	39	0,2232
10	0,015	25	0,0940	40	0,2342
11	0,018	26	0,1018	41	0,2452
12	0,022	27	0,1096	42	0,2572
13	0,026	28	0,1174	43	0,2692
14	0,030	29	0,1252	44	0,2812
15	0,034	30	0,1342	45	0,2932

Въ первой графѣ вписаны величины угловъ наклоненія, во второй графѣ вписаны разности показывающія на сколько наклонная линія, длиною въ 1 сажень при извѣстномъ углѣ наклоненія, болѣе своего горизонтальнаго проложенія.

Опредѣленіе горизонтальныхъ проложеній помощію этой таблицы дѣлается такъ: пусть требуется найдти горизонтальное проложеніе наклонной, имѣющей уголъ наклоненія въ 35 градусовъ, и длиною въ 157 сажень. Должно въ 1-й графѣ отыскивать уголъ данный, т. е. 35° по правка для этого угла (изъ второй графы) есть 0,1812.

Но это есть поправка для наклонной линіи длиною въ 1 сажень: слѣдовательно для линіи длиною въ 157 сажень, она будетъ въ 157 разъ болѣе, т. е. $0{,}1812 \times 157 = 28{,}45$, т. е. данная наклонная линія длиннѣе своего горизонтальнаго проложенія на 28,45 сажени: очевидно, что для полученія горизонтальнаго проложенія линіи должно только найденную поправку вычесть изъ длины наклонной, и такъ горизонтальное проложеніе линіи длиною въ 157 сажень, при углѣ наклоненія въ 35° будетъ $157 - 28\frac{1}{2} = 128\frac{1}{2}$ сажень.

Задачи.

Измѣрена наклонная линія въ 250 сажень цѣпью, которой длина 10 сажень безъ 6 дюймовъ, уголъ наклоненія этой линіи 27 градусовъ. требуется опредѣлить ея горизонтальное проложеніе.

Прежде всего должно опредѣлить истинную длину наклонной линіи, что и дѣлается такъ: длина наклонной = 25 цѣпямъ; слѣдовательно поправка будетъ $25 \times 6 = 150$ дюйм. или 1,8 саж., и такъ истинная длина наклонной = 250 безъ 1,8 или 248,2 сажени.

Въ таблицѣ мы находимъ поправку для угла наклоненія въ 27° = 0,1096 сажени. Но эта поправка для наклонной длиною въ одну сажень, а для линіи въ 248 сажень поправка будетъ въ 248 разъ болѣе, т. е. $248 \times 0{,}1096 = 27{,}18$ саженямъ; слѣдовательно горизонтальное проложеніе будетъ равно $248{,}2 - 27{,}18$, т. е. 221,02 сажени.

Дано горизонтальное проложеніе (чер. 51) наклонной AB равное 374 саж., уголъ наклоненія этой линіи 18°, требуется найдти длину AB и отмѣрить ее на мѣстности цѣпью, которая длиннѣе 10 саженъ на 3 дюйма. Здѣсь прежде всего должно найдти истинную длину линіи AB. Въ таблицѣ находимъ поправку 0,0496 для угла наклоненія въ 18°. Но мы выше видѣли, что горизонтальное проложеніе наклонной напр. AB выразится такъ: $Ab = AB - AB_1 \cdot 0{,}0496$; слѣдовательно $AB - AB \cdot 0{,}0496 = 374$ саж.; откуда $AB\ (1 - 0{,}0496) = 374$; а $AB = \frac{374}{0{,}9504} = 393{,}52$ саж.

Линію эту нужно отмѣрить на мѣстности цѣпью, которая длиннѣе 10 саженъ на 3 дюйма; стало быть нужно въ этомъ случаѣ найдти еще поправку, зависящую отъ неивѣрности цѣпи, которая и будетъ $39 \times 3 = 108$ д. $= 1.3$ сажен. И такъ длина линіи, которую нужно отмѣрить будетъ $393{,}52 - 1{,}3 = 392{,}2$ сажени.

Теперь остается показать чѣмъ и какъ измѣряются углы наклоненій.

§ 13. Инструменты для измѣренія угловъ наклоненій.

Инструменты, употребляемыя для измѣренія угловъ наклоненій, называются эклиметрами или высотомѣрами.

1) Простой высотомѣръ.

a) Устройство (чер. 52).

Простой высотомѣръ состоитъ изъ простой деревянной линейки ab, къ которой прибитъ полукруглый транспортиръ mn, (дѣленія на немъ расположены такъ: вмѣсто 90° поставленъ нуль и отъ него подписаны градусы въ обѣ стороны до 90) такъ, чтобы діаметръ его совпадалъ съ ребромъ линейки. Въ центрѣ транспортира, т. е. въ точкѣ m привѣшивается нить mh съ грузомъ на концѣ.

Очевидно, что когда нить пройдетъ чрезъ нуль дѣленія, тогда ребро линейки будетъ горизонтально, (ибо оно будетъ перпендикулярно къ отвѣсной линіи, выражающей направленіе земнаго радіуса).

b) Употребленіе.

Для измѣренія угловъ наклоненія поступаютъ такъ: съемщикъ станетъ въ концѣ данной наклонной линіи, напр. въ точкѣ B (чер. 53) и направляетъ край линейки ab на верхній конецъ кола, поставленнаго въ другомъ концѣ линіи, напримѣръ въ точкѣ A, (высота кола должна быть равна высотѣ съемщика), или направляетъ ребро линейки на глаза человѣка, стоящаго въ точкѣ A, тогда край линейки очевидно будетъ параллеленъ данной линіи AB, а нить съ отвѣсомъ будетъ перпендикулярна къ горизонтальной линіи AM, вслѣдствіе чего уголъ BAM будетъ равенъ углу nml; (какъ углы, составленные изъ перпендикулярныхъ линій); по величину угла nml выражаетъ дуга nl. (т. е. то число градусовъ, на которое нить съ грузомъ отошла отъ нуля дѣленія); слѣдовательно величина этой же дуги выразитъ и величину угла наклоненія BAM.

Такого рода высотомѣры устроиваются на цѣпномъ колѣ A (чер. 52) и тогда помощію его можно находить углы наклоненія для каждой цѣпи. Такъ напримѣръ: пусть требуется измѣрить наклонную AB (чер. 54). Поставя цѣпной колъ въ точку A, другой цѣпной колъ, равной длины съ коломъ A, ставятъ въ точку *a* и направя ребро линейки на вершину кола *aa* получимъ уголъ наклоненія линіи A*a*, перейдя съ коломъ A въ точку *a* опредѣлимъ уголъ наклоненія линіи *ab*. Линія *bh* въ точкѣ *f* измѣняетъ уголъ наклоненія, по этому ставъ съ коломъ A въ точку *b*, ставятъ въ *f* запасный колъ и опредѣливъ длину *bf* измѣряютъ уголъ наклоненія линіи *bf*, потомъ ставятъ колъ A въ *f* и измѣряютъ уголъ наклоненія *fh* и т. д.

Числовой примѣръ.

Пусть при измѣреніи линіи замѣчены слѣдующіе углы наклоненій.

до 17 саж.		8°	на 17 с.	для	8°	поправка	=	0,17
45	»	4	» 28 »	»	4°	»	=	0,06
82	»	7	» 37 »	»	7°	»	–	0,30
101	»	9	» 19 »	»	9°	»	=	0,23
180	»	5°	» 79 »	»	5°	»	=	0,32
						Сумма поправокъ		1,08

Горизонтальное проложеніе измѣренной линіи будетъ равно 180—1,08 = 178,92 сажени.

2) Квадрантъ.

a) Устройство (чер. 55).

На квадратной доскѣ *abmn* проводятъ линію AB параллельно краю *ab* и къ ней возставляютъ изъ точки B перпендикуляръ, принявъ точку B за центръ, описываютъ дугу и раздѣляютъ ее на 90 частей (или градусовъ), нуль дѣленія ставятъ при точкѣ D. Въ точкѣ же B устроиваютъ на шарнирѣ свободно движущуюся металлическую пластинку BF.

b) Употребленіе.

Употребленіе этого инструмента совершенно одинаково съ прежде описаннымъ.

3) Высотомѣръ Шмалькальдера.

a) Устройство (чер. 56).

Къ мѣдной цилиндрической коробкѣ AB, имѣющей діаметръ отъ 2 до 3 дюймовъ придѣланъ діоптръ MN, въ срединѣ котораго натянутъ волосокъ; діаметрально противуположно ему устроена, въ мѣдной оправѣ, хрустальная призма K, сквозь прорѣзъ *m* видно кольцо AB, помѣщенное на оси вращенія, устроенной въ срединѣ коробки, къ кольцу этому прикрѣплена тяжесть T и на кольцѣ назначены градусы отъ нуля въ обѣ стороны, и нуль градусной подписи назначенъ такъ, что когда плоскость, проходящая черезъ прорѣзъ призмы и волосокъ діоптра будетъ горизонтальна, то сквозь отверстіе призмы будетъ видѣнъ нуль подписи круга, съ наружной стороны коробки, противъ тяжести T, въ коробку пропущенъ винтъ *x*, которымъ можно прекратить движеніе кольца AB.

b) Употребленіе.

Становятся съ высотомѣромъ на одномъ концѣ той линіи, которой желаютъ опредѣлить уголъ наклоненія, а на другомъ концѣ ставятъ колъ равный высотѣ инструмента (отъ земли до точки вращенія); наводятъ діоптры на верхушку кола, и нажавъ винтъ *x* отсчитываютъ черезъ призму число градусовъ, которое и выразитъ величину угла наклоненія.

4) Высотомѣръ Бюрньера.

a) Устройство (черт. 57).

Высотомѣръ Бюрньера состоитъ изъ деревянной коробки ABCD, съ одной стороны которой сдѣланъ прорѣзъ *mn*, сквозь этотъ прорѣзъ видѣнъ кругъ *pp*, раздѣленный на градусы. Подпись на кругѣ расположена отъ нуля въ обѣ стороны.

Внутри коробки на оси движется тяжесть K, которая можетъ закрѣпляться рычагомъ *f*. А для направленія къ коробкѣ придѣланы двѣ мѣдныя пластинки F и E. Нуль на кругѣ назначается такъ, что когда линія EF будетъ горизонтальна, то конецъ тяжести K долженъ показать нуль. Снарядъ этотъ можетъ наклоняться на оси O, соединяющей инструментъ съ втулкою R.

b) **Употребленіе.**

При употребленіи становятся съ этимъ инструментомъ въ одинъ конецъ данной линіи, на другомъ концѣ линіи ставятъ колъ, равный высотѣ инструмента. Направивъ линію EF на вершину кола, нуль дуги отойдетъ отъ конца тяжести K, число градусовъ, показываемое этимъ концомъ выразитъ величину угла наклоненія.

§ 14. Точность измѣренія линій цѣпью.

При измѣреніи линіи цѣпью должно наблюдать слѣдующее.

1) Чтобы цѣпь непремѣнно клали по провѣшенной линіи.

2) Чтобы колѣна цѣпи не были перепутаны и не образовали бы угловъ.

3) Чтобы цѣпные колышки ставились при концѣ 10 сажень, т. е. если въ цѣпи счетъ производится отъ центровъ малыхъ колецъ (первыхъ послѣ большихъ), то и колышки ставятъ противу ихъ центровъ: а если счетъ производится отъ центра большаго кольца, то и колышки ставить противъ центровъ этихъ колецъ.

и 4) При положеніи цѣпи, она должна быть натянута.

Соблюдая всѣ эти предосторожности, если измѣрить какое нибудь разстояніе цѣпью и потомъ опредѣлить его способами тригонометрическими, то оказывается слѣдующая разность этихъ измѣреній: a) при мѣстности ровной и горизонтальной, измѣреніе цѣпью разнится отъ тригонометрически опредѣленнаго на 0,001 всего измѣренія; b) при мѣстности кочковатой точность измѣренія доходитъ до $\frac{1}{300}$ и даже до $\frac{1}{200}$ измѣренія, вообще стало быть можно положить среднюю погрѣшность измѣренія цѣпью $\frac{1}{400}$, т. е. линія въ 400 сажень измѣренная цѣпью въ дѣйствительности будетъ 400 ± 1 сажень, т. е. или 399 или 401 сажень.

§ 15. Измѣреніе линій жезлами.

Кромѣ описанныхъ инструментовъ для измѣренія линій на мѣстности употребляются жезлы. При измѣреніи линій жезлами длина линій находится гораздо точнѣе нежели при измѣреніи цѣпью и кромѣ того получается прямо горизонтальное положеніе измѣренной линіи. Главное неудобство измѣренія линій жезлами заключается въ медленности работы.

a) **Устройство** (чер. 58).

Жезлъ дѣлается изъ дерева длиною въ одну или двѣ сажени, шириною до трехъ дюймовъ и толщиною до двухъ дюймовъ. Длина жезла раздѣляется на десятыя и сотыя доли сажени. На одномъ его концѣ B дѣлается надрѣзъ глубиною въ толстую нить и въ этотъ надрѣзъ пропускается нить mm съ гирькою n, (имѣющею форму конуса). На жезлѣ укрѣпленъ уровень ab.

Для употребленія жезла, имѣется еще брусъ DF (чер. 59), по которому движется скобка H, закрѣпляющаяся по произволу винтомъ N.

b) **Изслѣдованіе** (чер. 58).

Предъ употребленіемъ должно привести ось уровня въ положеніе параллельное съ нижнею плоскостью бруса AB, для чего и поступаютъ такъ: вбиваютъ колышекъ K, на который и кладутъ однимъ концемъ брусъ, другой конецъ бруса вкладываютъ въ скобу H, помощію которой поднимаютъ или опускаютъ этотъ конецъ жезла до тѣхъ поръ, пока пузырекъ уровня придетъ на средину, потомъ перекладываютъ жезлъ противуположными концами, и если при этомъ пузырекъ уровня будетъ на срединѣ, то ось уровня параллельна нижней плоскости бруса, въ противномъ случаѣ должно винтомъ d перевести пузырекъ уровня на половину той дуги, на которую пузырекъ уровня отошелъ отъ средины, и потомъ должно повторять изслѣдованіе (описаннымъ способомъ) еще разъ или два т. е. до тѣхъ поръ пока при переложеніи бруса, пузырекъ не будетъ сходить съ средины трубки.

3) **Употребленіе** (чер. 60).

Предположимъ, что требуется опредѣлить длину линіи ah помощію жезла; для этого кладутъ горизонтально жезлъ концемъ въ точку a и отвѣсомъ замѣчаютъ точку b, потомъ перекладываютъ жезлъ концемъ въ точку b и отвѣсомъ замѣчаютъ точку f, потомъ положивъ жезлъ концемъ въ точку f, опускаютъ отвѣсъ надъ точкою h и смотрятъ какое дѣленіе закроетъ нить, тогда сумма жезловъ $aa' + bb'$ и + часть жезла ff' выразитъ длину горизонтальнаго проложенія линіи ah.

§ 16. Мѣрная тесьма.

a) Устройство (чер. 61).

Мѣрная тесьма дѣлается изъ пеньковой тесьмы, длиною отъ 3 и до 20 сажень.

Тесьма вываривается въ маслѣ и когда высохнетъ, то ее раздѣляютъ черточками на сажени, аршины и вершки, или на сажени, футы и дюймы и дѣленія подписываютъ цифрами. Сдѣлавъ подписи, тесьму покрываютъ лакомъ (для предохраненія отъ сырости). Когда тесьма высохнетъ, то ее помѣщаютъ въ цилиндрической коробкѣ, прикрѣпляютъ ее однимъ концемъ къ стержню A, другой конецъ пропускаютъ въ прорѣзъ ab и къ этому концу пришиваютъ кольцо k, такого діаметра, чтобы оно не могло пройти въ прорѣзъ ab. Помощію рукоятки d тесьма можетъ быть смотана на стержень A.

b) Употребленіе.

Описанная тесьма употребляется при измѣреніи только небольшихъ разстояній.

Преимущественно же тесьма употребляется архитекторами.

Самое же измѣреніе дѣлается такъ: одинъ ставъ въ концѣ линіи, держитъ коробку, а другой держа кольцо k, идетъ до другаго конца линіи; число сажень въ размотаной тесьмѣ выразитъ число сажень въ измѣряемой линіи.

§ 17. Мѣрный шнуръ.

a) Устройство (чер. 62).

Мѣрный шнуръ свивается изъ пеньки и дѣлается длиною отъ 10 до 400 сажень, проваривается въ маслѣ и раздѣляется на сажени, концы каждой сажени обозначаются лоскутками кожи, или просто узлами.

Шнуръ наматывается на катушку, которая свободно вращается на колѣ ab. Колъ снизу заостривается и обивается желѣзомъ для удобнаго втыканія въ землю.

b) Употребленіе.

Шнуръ употребляется только при измѣреніи такихъ разстояній, гдѣ не требуется строгая точность. Самое измѣреніе дѣлается такъ: въ одинъ

конецъ измѣряемой линіи уставляютъ колъ *ab* (со шнуромъ) и придерживаютъ его сверху: рабочій взявъ шнуръ за конецъ вытягиваетъ его до другаго конца линіи и послѣ того, сосчитываютъ число саженъ въ размотанномъ шнурѣ.

§ 18. Дальномѣръ.

Кромѣ описанныхъ инструментовъ и способовъ для измѣренія линій на мѣстности употребляются еще дальномѣры, помощію которыхъ опредѣляется длина разстоянія безъ непосредственнаго его измѣренія.

Теорія дальномѣра. (Чер. 63).

Вообразимъ себѣ трубу AB, внутри которой натянуты два горизонтальныхъ волоска *h* и *f* и предположимъ, что требуется дальномѣромъ опредѣлить разстояніе NM, помѣстивъ дальномѣръ въ N, а въ точку M отвѣсно колъ и если увидимъ чрезъ трубу, что волосокъ *f* покроетъ на колѣ точку F, а волосокъ *h* точку D, тогда безъ погрѣшности можно принять, что линія, соединяющая средину линіи DF съ центромъ объектива будетъ равна данному разстоянію NM.

При горизонтальности оптической оси трубы линія *fh* будучи отвѣсна будетъ параллельна къ линіи DF; слѣдовательно изъ подобія треугольниковъ *fmh* и *m*DF можемъ написать, что *fh* : DF = *fm* : *m*F; изъ подобія треугольниковъ *fm'm* и *m*EF можемъ написать, что *m'm* : *m*E = = *fm* : *m*F; изъ этихъ двухъ пропорцій, имѣющихъ вторыя отношенія равныя можно написать *fh* : DF = *mm'* : *m*E, или *fh* : *mm'* = DF : *m*E (A). Предположимъ, что въ точку M' поставленъ отвѣсно колъ, тогда получатся два подобныхъ треугольника *fmh* и *m*HL, изъ которыхъ будемъ имѣть *fh* : HL = *fm* : *m*L; изъ подобія треугольниковъ *km*L и *mm'f* будемъ имѣть *mm'* : *mk* = *fm* : *m*L, а изъ этихъ двухъ пропорцій получимъ *fh* : HL = *mm'* : *mk* или *fh* : *mm'* = HL : *mk*; сличая эту пропорцію съ пропорціею A видимъ, что первыя отношенія ихъ равны; слѣдовательно и вторыя тоже равны т. е. DF : *m*E = HL : *mk*, а изъ этой пропорціи видимъ, что искомыя разстоянія пропорціональны длинѣ половъ, видѣнныхъ подъ однимъ и тѣмъ же угломъ зрѣнія, стало быть разстоянія могутъ быть опредѣляемы помощію той длины кола, которая будетъ заключена между горизонтальными волосками трубы.

Для изготовленія такого кола поступаютъ такъ: на ровной мѣстности измѣряютъ прямую линію въ 100 саженъ и помѣстивъ въ одномъ концѣ дальномѣръ, а въ другомъ отвѣсно колъ, замѣчаютъ на колѣ точки, покрытыя волосками *f* и *h* (чер. 63); пусть это будетъ D и F, тогда длину кола DF раздѣляютъ на 100 равныхъ частей; слѣдовательно каждая

часть будетъ соотвѣтствовать разстоянію въ одну сажень. Разсмотрѣвъ эту теорію видимъ, что при устройствѣ двухъ волосковъ въ трубѣ, можно опредѣлять разстоянія не болѣе того, при которомъ изготовленъ колъ, въ нашемъ примѣрѣ не болѣе 100 саженъ. Для того, чтобы можно было приспособить трубу къ измѣренію линій, имѣющихъ длину болѣе 100 саженъ, то въ трубѣ натягиваютъ три горизонтальныхъ волоска, т. е. (чер. 64) ff, hh и mm'. Предположимъ, что требуется опредѣлить разстояніе FD больше 100 саженъ, тогда направивъ верхній волосокъ f на нижнюю точку кола, направленіе черезъ нижній волосокъ h пройдетъ выше кола, поэтому и замѣчаютъ точку покрытую среднимъ волоскомъ m и записываютъ число дѣленій кола, потомъ направляютъ средній волосъ на точку означенную нулемъ и сосчитываютъ число дѣленій до точки покрытой нижнимъ волоскомъ h, тогда сумма отсчетовъ и выразитъ число саженъ измѣряемой линіи.

Очень можетъ случиться, что на данной линіи встрѣтится возвышеніе, мѣшающее видѣть нуль дѣленія на колѣ, тогда должно поступить такъ, нижній волосокъ направить на самое верхнее дѣленіе и сосчитать до средняго волоска, потомъ направить средній волосокъ на верхнюю точку и отсчитать число дѣленій до верхняго волоска, тогда суммы отсчетовъ и выразитъ длину данной линіи.

Здѣсь былъ разсмотрѣнъ тотъ случай, когда данная линія лежитъ почти горизонтально, но, если измѣряемая линія будетъ наклонная, тогда очевидно что поставленный отвѣсно колъ не будетъ перпендикулярепъ къ лучу зрѣнія и вслѣдствіе этого отсчетъ на колѣ будетъ болѣе истиннаго, для исправленія этого отсчета и для нахожденія данной наклонной линіи разсмотримъ слѣдующее: пусть (чер. 65) требуется дальномѣромъ опредѣлить горизонтальное проложеніе наклонной AB. Поставя отвѣстно въ точку b колъ должно сдѣлать отсчетъ ab, но если бы можно было поставить колъ перпендикулярно къ лучу зрѣнія, то тогда длина кола bf выразила бы длину наклонной Ab, величина же bf можетъ быть опредѣлена изъ прямоугольнаго треугольника abf такъ $bf = ab.\ Cos\ x$, гдѣ x есть уголъ наклоненія данной линіи Ab.

Горизонтальное проложеніе линіи Ab будетъ линія AB, длина которой найдется изъ прямоугольнаго треугольника bAB такъ $AB = Ab\ Cs\ x^0$; число саженъ въ линіи Ab выразится отсчетомъ ab, умноженнымъ на $Cs\ x$ и такъ $AB = ab\ Cos^2\ x$.

Отсчетъ ab выражаетъ собою длину какой-то линіи Ah, большей Ab, а потому и опредѣлимъ на сколько Ah длиннѣе AB, т. е. $Ah - AB = -ab - ab.Cos^2 x - ab(1 - Cs^2 x) = ab\ Sin^2 x$; чтобы не дѣлать вычисленій всякій разъ, то составляется таблита $Sin^2 x$.

ТАБЛИЦА.

x въ град.	$Sin^2 x$	x въ град.	$Sin^2 x$	x въ град.	$Sin^2 x$
2	0,001	16	0,076	29	0,235
3	0,003	17	0,085	30	0,250
4	0,005	18	0,095	31	0,265
5	0,008	19	0,106	32	0,281
6	0,011	20	0,117	33	0,297
7	0,015	21	0,128	34	0,313
8	0,019	22	0,140	35	0,329
9	0,024	23	0,153	36	0,346
10	0,030	24	0,165	37	0,362
11	0,036	25	0,179	38	0,379
12	0,043	26	0,192	39	0,396
13	0,051	27	0,206	40	0,413
14	0,058	28	0,220		
15	0,067				

Употребляется эта таблица такъ: пусть отсчетъ $ab = 47$, уголъ наклоненія 18°; стало быть длина соотвѣтствующая ab, т е. $Ah = 47$, взявъ изъ таблицы $Sin^2\ x$ для 18° равный 0,095 умножаемъ на 47 и получаемъ 0,446, слѣдовательно искомое горизонтальное положеніе равно 47—0,45 = 46,55 саж.

ГЛАВА VI.

ИНСТРУМЕНТЫ СЪ ПОСТОЯННЫМИ УГЛАМИ.

Эккеры.

Эккеры бываютъ трехъ родовъ: 1) простые, 2) зеркальные и 3) призматическіе.

Простые эккеры бываютъ или крестообразные, или цилиндрическіе,

§ 19. Крестообразный эккеръ.

а) Устройство (чер. 66).

Крестообразный эккеръ состоитъ изъ двухъ деревянныхъ или металлическихъ брусковъ ab и mn (длиною около фута), соединенныхъ между собою подъ прямымъ угломъ. На поверхности брусковъ проводятъ двѣ перпендикулярныя линіи $a'b'$ и $m\ n$. На этихъ линіяхъ въ равномъ разстояніи отъ P (точки ихъ пересѣченія) вбиваютъ перпендикулярно къ поверхности брусковъ четыре шпенька $a'p'$, $m\ m''$; $b\ p''$ и $n'n''$, или вмѣсто шпеньковъ устроиваютъ четыре діоптра.

Снизу эккера, противъ точки P дѣлается круглое отверстіе, которымъ эккеръ надѣваютъ на стержень кола M. Колъ M снизу заостренъ и конецъ его обитъ желѣзомъ, (для удобнаго втыканія въ землю).

b) Повѣрка.

Чтобы повѣрить крестообразный эккеръ, то его устанавливаютъ въ какой нибудь точкѣ, напримѣръ въ D (чер. 66) такъ, чтобы колъ M стоялъ вертикально, потомъ по направленію шпеньковъ $a'p'$ и $b'p'''$ (шагахъ во 100 отъ точки стоянія), выставляютъ вѣху B, по направленію шпеньковъ $m\ m'$ и $n'n''$ ставятъ вѣху A; послѣ того поворачиваютъ эккеръ на $^1/_4$ оборота, т. е. шпеньки $m'm''$ и $n\ n'$ направляютъ на вѣху B, и если при этомъ положеніи эккера шпеньки $a\ p'$ и $b'p''$ будетъ находиться по направленію на вѣху A, то это будетъ значить, что эккеръ вѣренъ.

§ 20. Цилиндрическій эккеръ.

a) Устройство (чер. 67).

Цилиндрическій эккеръ дѣлается изъ бумаги или изъ мѣдной латуни, въ видѣ цилиндра или въ видѣ осьмиугольной призмы. Діагональ основанія призмы дѣлается не менѣе двухъ дюймовъ, а ребро не менѣе $2^1/_2$ дюймовъ, на поверхности цилиндра или призмы дѣлаютъ прорѣзы такія же, какъ въ діоптрахъ, отъ чего получается возможность опредѣлять углы мѣстности въ 45, 90 и въ 135 градусовъ.

Эккеръ такого устройства надѣвается втулкою N на стержень кола, который снизу заостренъ и обитъ желѣзомъ, (для удобнаго втыканія въ землю).

b) Повѣрка.

Для повѣрки ставятъ цилиндрическій эккеръ такъ, чтобы колъ M былъ вертикаленъ и по направленію прорѣзовъ a и b (чер. 68) выставляютъ вѣху A, по направленію прорѣзовъ m и n ставятъ вѣху B, по прорѣзамъ fh выставляютъ вѣху E, а по прорѣзамъ p и k выставляютъ вѣху D, потомъ поворачиваютъ эккеръ такъ, чтобы прорѣзы m и n покрывали вѣху E и если при этомъ положеніи эккера, прорѣзы f и h покроютъ вѣху A; прорѣзы a и b покроютъ вѣху D и прорѣзы p и k будутъ покрывать вѣху B, то эккеръ вѣренъ.

§ 21. Употребленіе простыхъ эккеровъ.

1) Проведеніе перпендикуляровъ вѣрнымъ эккеромъ.

Предположимъ, что къ данной линіи DA (чер. 66), изъ данной точки D требуется возставить эккеромъ перпендикуляръ, для этого ставятъ эккеръ въ данную точку D такъ, чтобы колъ M стоялъ отвѣсно и чтобы шпеньки $m'm''$ и $n'n$ были по направленію данной линіи AD, потомъ посылаютъ выставить вѣху B такъ, чтобы она пришлась по направленію шпеньковъ $a'p'$ и $p''b''$, тогда линія BD будетъ перпендикулярна къ AD.

Предположимъ, что изъ точки B (чер. 66) на линію AE требуется опустить перпендикуляръ, для этого держа эккеръ такъ, чтобы одна пара шпеньковъ была по линіи EA идутъ по ней до тѣхъ поръ, пока другая пара шпеньковъ покроетъ вѣху B, тогда соединивъ точку стоянія D съ B линія BD и будетъ требуемый перпендикуляръ.

Еслибы потребовалось (чер. 69) построить къ линіи AB и при точкѣ A уголъ въ 45 градусовъ, то ставятъ эккеръ такъ, чтобы шпеньки fh были по линіи AB и чтобы шпенекъ h былъ отвѣсно надъ A, выставивъ по направленію шпеньковъ bh вѣху D, линія AD будетъ пересѣкать линію AB подъ угломъ въ 45 градусовъ.

2) Проведеніе перпендикуляровъ невѣрнымъ эккеромъ.

Чтобы невѣрнымъ эккеромъ опустить перпердикуляръ изъ данной точки и на данную линію, то поступаютъ такъ: обозначивъ линію и данную точку, идутъ по данной линіи съ эккеромъ до тѣхъ поръ, пока одна пара шпеньковъ будетъ на данной линіи, а другая покростъ вѣху, поставленную въ данной точкѣ K (чер. 70), тогда точку стоянія эккера замѣчаютъ на прим. D, потомъ повернувъ эккеръ на $^1/_4$ оборота идутъ далѣе по данной линіи до тѣхъ поръ, пока одна пара шпеньковъ будетъ на данной линіи, а другая пара шпеньковъ покростъ вѣху поставленную на данной точкѣ K, замѣтивъ точку стоянія эккера, наприм. E, линію DE дѣлятъ пополамъ и точку F (средину линіи DE) соединяютъ съ точкою K, тогда линія KF и будетъ требуемый перпендикуляръ.

Примѣчаніе: Это видно изъ слѣдующаго: треугольникъ DKF равенъ треугольнику KFE, потому что KF есть сторона общая; FD = FE по дѣленію, KD = KE какъ стороны лежащія противъ равныхъ угловъ, слѣдовательно $x = y$.

Чтобы изъ точки F (чер. 71), взятой на линіи AB возставить невѣрнымъ эккеромъ перпендикуляръ, то поступаютъ такъ: ставъ съ эккеромъ въ точку F одну пару шпеньковъ, напримѣръ *ab* направляютъ по данной линіи AB, а чрезъ другую пару шпеньковъ *mn* выставляютъ вѣху K, повернувъ эккеръ на $^1/_4$ оборота шпеньки *mn* будутъ по линіи AB, а чрезъ другую пару *ab* выставляютъ вѣху D, за тѣмъ отложивъ отъ F равныя линіи FM и FN, линію MN раздѣляютъ пополамъ и полученную точку E соединяютъ съ F, тогда линія EF и будетъ требуемый перпендикуляръ.

Примѣчаніе: Это слѣдуетъ изъ того, что треугольники MEF и FEN равны, слѣдовательно уголъ $x = x$; но $y = y$, стало быть $x + y = x + y$, или AFE = EFB.

3) Проведеніе параллельныхъ линій помощію эккера.

Чтобы помощію эккера чрезъ произвольную точку провести параллельную линію къ данной прямой, то поступаютъ такъ: возставляютъ къ данной линіи перпендикуляръ, и потомъ къ этому перпендикуляру возставляютъ перпендикуляръ; очевидно, что два перпендикуляра къ одной линіи будутъ параллельны между собою.

Для проведенія параллельной линіи къ данной линіи и чрезъ данную точку поступаютъ такъ: изъ данной точки на данную линію опускаютъ перпендикуляръ, а потомъ изъ той же точки возставляютъ перпендикуляръ къ проведенному перпендикуляру и тогда задача будетъ рѣшена.

Но если бы данная точка была такъ далеко, что ее съ данной линіи нельзя видѣть, тогда должно изъ произвольно взятой точки на данной линіи возставить къ ней перпендикуляръ, а потомъ на этотъ перпендикуляръ опустить перпендикуляръ изъ данной точки.

Для проведенія параллельной линіи къ данной неприступной линіи поступаютъ такъ: (чер. 72), предположимъ, что чрезъ точку F нужно провести параллель и перпендикуляръ къ неприступной линіи AB, соединивъ A и B съ F отпускаютъ эккеромъ перпендикуляры: изъ точки A на BF, а изъ точки B на AF', потомъ соединивъ точку F съ точкою M, пересѣченія перпендикуляровъ BD и AC, получимъ линію FM перпердикулярную къ AB, а поставя изъ F къ линіи FM перпендикуляръ FN получимъ требуемую параллель. При этомъ нужно замѣтить, что если изъ A и B опустимъ на линію FN перпендикуляры AH и BK, то KH выразитъ длину данной неприступной AB, ибо эти линіи будутъ равны какъ параллельныя между параллельными.

Но если случится, что соединивъ данную точку F съ AB нельзя будетъ опустить перпендикуляры AC и BD, то тогда должно избрать такую

произвольную точку, чтобы можно было сдѣлать описанное построеніе. а потомъ получивъ параллельную линію къ неприступной, изъ данной точки F легко уже будетъ провести параллель къ найденной параллели, которая будетъ параллельна и къ данной неприступной.

§ 22. Теорія двузеркальныхъ эккеровъ.

Теорія двузеркальныхъ эккеровъ основана на томъ законѣ физики, что лучь падая на плоскость отразится отъ нея. дѣлая уголъ паденія равный углу отраженія. Предположимъ, что два зеркальца MM и NN (чер. 73) поставлены отвѣсно къ плоскости ZZ и при томъ такъ, что составляютъ двугранный уголъ въ 45 градусовъ. т. е. если продолжить ихъ основанія, то онѣ пересѣкаясь составляютъ уголъ K = 45 градусамъ. Верхняя половина зеркала MM соскоблена.

Если чрезъ соскобленную часть зеркала MM будетъ видна вѣха A, а вѣха B чрезъ отраженіе отъ зеркала NN будетъ видна въ несоскобленную часть зеркала MM подъ вѣхою A, тогда уголъ BDA будетъ прямой.

Для доказательства разсмотримъ чему равенъ уголъ BDA. Изъ треугольника Dab уголъ aDB равенъ $h + h$; уголъ же $h = 180 - 2m$, а уголъ $h' = 180 - 2n$; слѣдовательно aDB = $180 - 2m + 180 - 2n$, или aDB = $2\ (180 - (m + n))$; изъ треугольника aKb уголъ K = $180 - (m + n)$; слѣдовательно aDB = 2K; а такъ какъ K = 45°, то ADB будетъ равенъ 90°.

Примѣчаніе: уголъ $m = m$ и $n = n$ какъ углы дополненія до угловъ паденія и отраженія.

§ 23 Двузеркальный эккеръ Корсакова.

a) Устройство (чер. 74).

Онъ состоитъ изъ металлическаго круга $abcd$, на которомъ устроены два зеркала: одно MM неподвижно и верхняя половина его соскоблена, а другое зеркало NN двигается на оси P между винтами F и F'.

b) Установка.

Изъ теоріи мы видѣли. что для проведенія перпендикуляровъ двузеркальнымъ эккеромъ, продолженія основаній зеркалъ, должны составлять уголъ въ 45 градусовъ; такъ какъ въ этомъ эккерѣ одно зеркало подвижное, то прежде употребленія должно сдѣлать установку зеркалъ, для

чего поступаютъ такъ: ставъ въ какую нибудь точку, напримѣръ A (чер. 75), направляютъ сквозь соскобленную часть зеркала MM на вѣху B, потомъ ставятъ вѣху D такъ, чтобы она чрезъ отраженіе отъ зеркала NN была видна въ зеркалѣ MM подъ вѣхою B, потомъ продолживъ линію DA направляютъ сквозь соскобленную часть зеркала MM на вѣху F и если при этомъ вѣха B чрезъ отраженіе отъ зеркала NN будетъ видна въ зеркалѣ MM подъ вѣхою F, то зеркала будутъ установлены хорошо, т. е. что продолженныя ихъ основанія составляютъ уголъ въ 45 градусовъ, тогда винтикъ F осторожно довинчиваютъ до рычага A; въ противномъ случаѣ передвинувъ немного зеркало NN, снова нужно повторить установку, что и продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока достигнутъ требуемаго положенія зеркалъ.

Эккеръ Корсакова можетъ употребляться какъ дальномѣръ, для чего дѣлаютъ новую установку зеркала NN такимъ образомъ: возставя къ какой нибудь линіи, на примѣръ къ AB (чер. 75) перпендикуляръ AD откладываютъ на немъ отъ точки A одну десятую долю длины AB, напримѣръ до точки E, потомъ переходятъ съ эккеромъ въ точку E и направивъ чрезъ соскобленную часть зеркала MM на вѣху B, зеркало NN подвигаютъ до тѣхъ поръ, пока вѣха D чрезъ отраженіе отъ зеркала NN будетъ видна въ несоскобленной части зеркала MM подъ вѣхою B, тогда винтъ F' подвигаютъ осторожно до рычага A; стало быть зеркало будетъ установлено.

c) Употребленіе.

Для проведенія перпендикуляровъ эккеромъ Корсакова должно стать съ эккеромъ въ данную точку и подвинувъ рычагъ A до винтика F направить чрезъ соскобленную часть зеркала MM по данной линіи, при этомъ посланный съ вѣхою долженъ переставлять ее до тѣхъ поръ, пока черезъ отраженіе отъ зеркала NN она будетъ видна въ зеркалѣ MM подъ вѣхою, поставленною на данной линіи. Тогда соединивъ точку стоянія съ вновь поставленною вѣхою, получимъ линію перпендикулярную къ данной.

Для опредѣленія длины данной линіи поступаютъ такъ: возставляютъ изъ конца ея перпендикуляръ и придвинувъ рычагъ A къ винтику F' должно идти по тому перпендикуляру, (держа эккеръ такъ: чтобы сквозь соскобленную часть зеркала MM видна была вѣха, поставленная на концѣ данной прямой), до тѣхъ поръ, пока вѣха на перпендикулярѣ черезъ отраженіе отъ зеркала NN будетъ видна въ зеркалѣ MM подъ вѣхою, на которую смотрятъ сквозь соскобленную часть зеркала MM, тогда остается замѣтить точку стоянія и измѣрить разстояніе отъ этой точки до вершины прямаго угла, очевидно, что полученная длина будучи увеличена въ десять разъ выразитъ длину данной линіи.

§ 24. Двузеркальный эккеръ съ неподвижными зеркалами.

a) Устройство (чер, 76).

Въ мѣдной оправѣ ABDFHK сдѣланы четыреугольныя отверстія $a'b$ и $f'h'$ снизу которыхъ винтами $n'n''n'''$ прикрѣплены два зеркала ab и fh, такъ что онѣ перпендикулярны къ основанію оправы, винтъ m входя въ оправу упирается въ зеркало fh и служитъ для установки зеркалъ такъ, чтобы продолженныя ихъ основанія составляли уголъ въ 45 градусовъ. Снизу этого эккера устроена ручка M.

b) Установка.

Для установки зеркалъ поступаютъ такъ (чер. 75) ставъ въ точку A выставляютъ вѣху B, на которую смотрятъ сквозь отверстіе, потомъ ставятъ вѣху D такъ, чтобы она черезъ отраженіе отъ зеркала fh была видна въ зеркалѣ ab подъ вѣхою B, потомъ по вѣхамъ D и A выставляютъ вѣху F; повернувшись съ эккеромъ на $^1/_4$ оборота смотрятъ черезъ отверстія на вѣху F и если вѣха B черезъ отраженіе будетъ видна подъ вѣхою F, то это значитъ, что продолженныя основанія зеркалъ составляютъ уголъ въ 45°, въ противномъ случаѣ должно винтомъ m поправлять зеркало fh и снова дѣлать изслѣдованія до тѣхъ поръ, пока условіе будетъ выполняться.

d) Употребленіе.

Перпендикуляры проводятся этимъ эккеромъ точно такъ же, какъ и эккеромъ Корсакова.

§ 25. Двупризменный эккеръ.

a) Устройство (чер. 79).

Двѣ хрустальныя прямоугольныя призмы M и mn помѣщены въ оправѣ ABCDEF, такъ что гипотенузы (основаній призмъ) обращены въ разныя стороны; противъ сторонъ M и n, составляющихъ одну плоскость, сдѣлано въ оправѣ отверстіе, также противу стороны m призмы сдѣлано отверстіе HH' и противу другой нижней призмы M сдѣлано отверстіе DE. Призма mn прикрѣплена къ дощечкѣ aa и помощію винтовъ b,b,f,f, ко-

жетъ быть установляема такъ, чтобы плоскости M и n составляли одну плоскость и кромѣ того, чтобы плоскости призмъ обращенныя другъ къ другу были параллельны.

Снизу оправы прикрѣпляется ручка N.

b) Теорія.

Теорія этого эккера состоитъ въ слѣдующемъ: (чер. 78) имѣя двѣ прямоугольныя равнобедренныя призмы ABD и A B'D' совмѣщенныя такъ, что плоскости AD и A D составляютъ одну плоскость, если лучи идущіе отъ точки M упадутъ на плоскость B D' перпендикулярно, то по отраженіи отъ гипотенузы упадутъ перпендикулярно и на плоскость D'A' и точка M будетъ видна въ точкѣ N'.

Если отъ M' лучь упадетъ перпендукулярно къ BD, то онъ отразившись отъ гипотенузы выдетъ подъ прямымъ угломъ къ плоскости AD. Очевидно, что если оба изображенія будутъ находиться одно подъ другимъ, то точки MN и M' будутъ лежать на одной прямой линіи.

c) Установка.

Для установки призмъ берутъ на мѣстности прямую линію (чер. 78) MM , ставъ съ эккеромъ на эту линію и держа плоскостями AD и A D' къ глазу смотрятъ, будутъ ли изображенія точекъ M и M' находиться одно подъ другимъ, въ противномъ случаѣ винтиками поправляютъ верхнюю призму до тѣхъ поръ, пока изображенія совпадутъ.

d) Употребленіе.

Проведеніе перпендикуляровъ двупризменнымъ эккеромъ дѣлается такъ: держатъ эккеръ такъ, чтобы отъ данныхъ точекъ падали лучи на гипотенузу (близъ остраго угла) и на катетъ (близъ прямаго угла) и если эти изображенія будутъ совпадать, то линіи соединяющія точку стоянія съ вѣхами будутъ перпендикулярны. Кромѣ этого, описанный эккеръ съ особою пользою можетъ быть употребленъ для опредѣленія точки, лежащей на данной прямой линіи, что и дѣлается такимъ образомъ: Обозначивъ концы линіи вѣхами, подвигаются съ эккеромъ до тѣхъ поръ пока оба изображенія отъ поставленныхъ вѣхъ будутъ находиться одно подъ другимъ и тогда точка стоянія съ эккеромъ будетъ находиться на прямой линіи.

Примѣчаніе 1) **Теорія призмы.**

Предположимъ, что имѣемъ равнобедренную прямоугольную призму ABD (чер. 77), лучь FH падая на катетъ BD составляетъ уголъ паденія a, входя въ призму лучь измѣняетъ направленіе и идетъ подъ угломъ b, дойдя до катета AD онъ отразится дѣлая уголъ отраженія g, равный углу паденія, дойдя до гипотенузы лучь отразится подъ угломъ u и упадетъ на катетъ AD дѣлая уголъ паденія x равный углу b, выдя изъ призмы лучь переломится и пойдетъ подъ угломъ Z равнымъ a. Лучъ hh' пересѣчется съ продолженнымъ лучемъ FH подъ прямымъ угломъ. и дѣйствительно уголъ hh'H $= u + t$; но $u = Z - a; a, t = 90 - a$; hh H $=$ $= a + 90 - a - 90$. Итакъ если отъ вѣхи M упадетъ лучь MM , то глазъ увидитъ изображеніе этой вѣхи подъ вѣхою F, и тогда соединивъ точку соятія h' съ вѣхами M и F получимъ линіи Mh и h'F перпендикуляршыя.

Примѣчаніе 2. Чтобы доказать равенство угловъ Z и a, разсмотримъ слѣдующее: g - $90 - b; f = 180 - g - 45; F = 180 - 90 - 45 + b$; $F - 45 + b; p = 180 - 45 - f; p$ - $180 - 45 - 45 - b; p = 180 - 90 - b; p = 90 - b$, $x = 90 - p; x = 90 - 90 + b; x = b$; слѣдовательно $Z = a$.

ГЛАВА VII.

ИНСТРУМЕНТЫ, ДАЮЩІЕ ГРАДУСНУЮ ВЕЛИЧИНУ УГЛОВЪ.

§ 26. Предварительныя понятія.

Плоскость, проходящая черезъ какую нибудь точку земной поверхности и черезъ оба полюса земли называется плоскостію истиннаго меридіана этой точки.

Если черезъ ту же точку земной поверхности провести горизонтальную плоскость, то она пересѣкаясь съ плоскостью меридіана изобразитъ прямую линію, которая называется полуденною линіею.

Конецъ полудешой линіи, обращенный къ сѣверу, называется сѣвернымъ и означается буквою N (Nord), противуположный конецъ обращенный къ югу называется южнымъ и означается буквою S (Süd). Для обозначенія направленій на востокъ и западъ, должно въ той же горизонтальной плоскости провести прямую линію перпендикулярную къ полуденной линіи, и тогда конецъ этой новой линіи, лежащій вправо отъ сѣвера (предполагая, что наблюдатель обращенъ лицемъ къ сѣверу), выразитъ направленіе на востокъ, которое и означается буквою O (Ost); а противуположный ему конецъ выразитъ направленіе на западъ и означается буквою W (West)

Тѣла, имѣющія свойство притягивать къ себѣ желѣзо, никкель и кобальтъ, называются естественными магнитами.

Естественный магнитъ, кромѣ свойства притяженія, имѣетъ еще и другое свойство, именно сообщать магнитность закаленной стали.

Сталь получивъ магнитность, получаетъ и свойства магнита и по этому называется искусственнымъ магнитомъ.

Двѣ противуположныя точки магнита, имѣющія наибольшую силу притяженія, называются полюсами магнита; умственная линія, соединяющая оба полюса магнита, называется осью магнита: а отвѣсная плоскость, проведенная черезъ ось свободно висящаго магнита, называется плоскостью магнитнаго меридіана.

Если магнитъ естественный или искусственный будетъ повѣшенъ такъ, чтобы онъ могъ свободно вращаться, то ось магнита однимъ концемъ обратится къ сѣверу, а другимъ къ югу.

Узкая стальная пластинка будучи намагничена, называется магнитною стрѣлкою.

Стрѣлки, употребляемыя при геодезическихъ шструментахъ, имѣютъ въ срединѣ агатовую шляпку съ конусообразнымъ углубленіемъ, этою шляпкою магнитная стрѣлка навѣшивается на острый шпиль.

Форма стрѣлокъ бываетъ различна, смотри чер. 80.

Магнитная стрѣлка будучи повѣшена на шпиль и получивъ свободное движеніе начинаетъ качаться; успокоившись она принимаетъ опредѣленное направленіе, изъ котораго ее нельзя вывести, т. е. она послѣ рада качаній опять принимаетъ то же самое направленіе; даже и въ томъ случаѣ если бы поставили стрѣлку противуположными концами, она не останется въ этомъ положеніи, а описавши полукругъ снова приметъ свое первоначальное направленіе.

Сила, направляющая стрѣлку есть сила магнитная.

Стрѣлка будучи намагничена, дѣлается искусственнымъ магнитомъ и по этому конечныя точки ея будутъ магнитными полюсами; линія соединяющая концы стрѣлки будетъ ось ея, а отвѣсная плоскость, проходящая черезъ ось стрѣлки будетъ плоскость магнитнаго меридіана.

Плоскости магнитныхъ меридіановъ пересѣкаясь съ поверхностью земли образуютъ круги; сходимость этихъ круговъ бываетъ близъ земныхъ полюсовъ.

Точки сходимости этихъ круговъ называются земными магнитными полюсами, которыхъ два, одинъ изъ нихъ въ сѣверномъ полушаріи а другой въ южномъ.

Примѣчаніе: Въ сѣверномъ полушаріи магнитный полюсъ находится, въ Сѣверной Америкѣ около 70° с. ш. и 97°.3 д. (отъ Гренвича). Южный полюсъ, около 70° ю. ш. и 154° в. д.

Стрѣлка, сдѣлавшись искусственнымъ магнитомъ, имѣетъ и всѣ свойства магнита, и потому будучи повѣшена на шпиль, однимъ концемъ направляется къ сѣверу, а другимъ къ югу.

Плоскость магнитнаго меридіана почти никогда не совпадаетъ съ плоскостью истиннаго меридіана. по этому и ось стрѣлки. (находясь въ плоскости магнитнаго меридіана) то же не совпадаетъ съ полуденною линіею. Уголъ, составленный этими линіями называется склоненіемъ или отклоненіемъ стрѣлки (деклинація).

Склоненіе называется восточнымъ тогда,когда сѣверный конецъ стрѣлки отклоняется отъ полуденной линіи къ востоку; а если онъ отклоняется къ западу, то склоненіе называется западнымъ. Впрочемъ случается, что ось стрѣлки совпадаетъ съ полуденною линіею и слѣдовательно тогда стрѣлка склоненія не имѣетъ.

Склоненіе стрѣлки никогда не бываетъ постоянное. оно измѣняется и законъ его измѣненія не извѣстенъ, такъ напримѣръ: склоненіе стрѣлки ежегодно увеличивается, потомъ черезъ нѣсколько десятковъ лѣтъ начинаетъ уменьшаться, доходитъ до нуля и потомъ опять увеличивается, но уже въ другую сторону, т. е. изъ западнаго дѣлается восточнымъ или на оборотъ; сколько извѣстно намъ наибольшее склоненіе достигало до 22 1/2 градусовъ. Кромѣ этого, склоненіе стрѣлки измѣняется ежедневно, но это измѣненіе отлично отъ постояннаго тѣмъ, что стрѣлка утромъ отклоняется отъ средняго суточнаго направленія къ западу, а съ двухъ часовъ по полудни стрѣлка измѣняетъ свое движеніе, т. е. начинаетъ двигаться къ востоку и дуга описываемая стрѣлкою въ теченіи дня бываетъ иногда около полуградуса; ночью стрѣлка по большей части бываетъ въ покоѣ и рѣдко совершаетъ весьма малыя отклоненія. Изъ наблюденій надъ суточнымъ склоненіемъ стрѣлки оказывается, что лѣтомъ дуга склоненія достигаетъ полуградуса, зимою только до 6 минутъ. Кромѣ этого, склоненіе стрѣлки подвергается случайнымъ измѣненіямъ отъ слѣдующихъ причинъ: 1) во время грозы, 2) при сѣверномъ сіяніи, 3) отъ вулканическихъ дѣйствій и 4) отъ присутствія въ землѣ желѣзной руды; это обстоятельство иногда имѣетъ такое сильное вліяніе что стрѣлка совсѣмъ перестаетъ дѣйствовать.

Ось намагниченной стрѣлки не имѣетъ горизонтальнаго положенія, а составляетъ съ горизонтальною плоскостію уголъ, называемый наклоненіемъ стрѣлки (инклинація).

Въ сѣверномъ полушаріи наклоненіе стрѣлки сѣверное, т. е. сѣверный конецъ стрѣлки приближается къ горизонтальной плоскости, а въ южномъ полушаріи наклоненіе южное.

Наклоненіе стрѣлки есть то же величина перемѣнная, т. е. съ приближеніемъ къ земнымъ магнитнымъ полюсамъ уголъ наклоненія увеличивается и въ самыхъ полюсахъ магнитныя стрѣлки принимаютъ вертикальное направленіе.

При геодезическихъ инструментахъ наклоненіе стрѣлки уничтожается подклеиваніемъ подъ южный конецъ воску или сургуча: въ послѣднее время механики начали устроивать стрѣлки, дѣлая южный конецъ толще сѣвернаго, отъ чего стрѣлка будучи намагничена уравновѣшивается.

Стрѣлки намагничиваются или помощію гальваническаго тока или помощію магнита.

Помощію магнита стрѣлка намагничивается двумя способами.

a) **Простое натираніе** (чер. 81).

Положивъ стрѣлку нижнею стороною къ верху, прикладываютъ къ ней однимъ концемъ магнитную полосу такъ, чтобы полоса со стрѣлкою составляла прямой уголъ и держа полосу въ такомъ направленіи проводятъ его по всей длинѣ стрѣлки. Отнявъ магнитъ отъ конца стрѣлки, снова ставятъ на начальный конецъ, и опять проводятъ по всей стрѣлки, повторивъ такое дѣйствіе нѣсколько разъ, стрѣлка получаетъ магнитность. Конецъ стрѣлки, съ котораго начинали натираніе будетъ одноименный съ тѣмъ полюсомъ магнита, которымъ производили намагничиваніе. Если стрѣлка была прежде намагничена и нужно возобновить силу магнита, то полюсъ магнита должно прикладывать къ одноименному полюсу стрѣлки.

b) **Двойное натираніе** (чер. 82)

При двойномъ натираніи стрѣлку кладутъ на пробки, приблизительно горизонтально, и къ срединѣ ея прикладываютъ двѣ магнитныя полосы такъ, чтобы одна полоса прикасалась къ стрѣлкѣ сѣвернымъ полюсомъ, а другая южнымъ, (полосы, со стрѣлкою должны составлять уголъ не менѣе 30 градусовъ). Держа полосы въ такомъ направленіи, проводятъ ими до концевъ стрѣлки и отнявъ ихъ снова ставятъ на средину, (описывая ими линіи *abh* и *fmn*). Потомъ опять проводятъ до концевъ и повторяютъ это дѣйствіе отъ 10 до 15 разъ, тогда конецъ стрѣлки, намагниченный южнымъ полюсомъ будетъ обращаться на сѣверъ, а намаг-

ничепный сѣвернымъ полюсомъ будетъ обращаться на югъ. Но не смотря на это принято называть сѣвернымъ концемъ тотъ, который обращается на сѣверъ.

§ 27. Понятіе объ азимутахъ и румбахъ.

Уголъ составленный линіею мѣстности съ полуденною линіею и считаемый отъ сѣвера черезъ востокъ до цѣлой окружности называется истиннымъ азимутомъ; тотъ же уголъ считаемый отъ сѣвернаго или отъ южнаго конца полуденной линіи до 90 градусовъ и съ обозначеніемъ направленія данной линіи относительно странъ свѣта называется истиннымъ румбомъ, напримѣръ, истинный румбъ NO 44 градуса, это значитъ, что данная линія лежитъ между сѣверомъ и востокомъ и она составляетъ съ полуденною линіею уголъ въ 44 градуса. Уголъ составленный линіею мѣстности съ осью свободно висящаго магнита и считаемый отъ сѣвернаго полюса черезъ востокъ до цѣлой окружности называется магнитнымъ азимутомъ; тотъ же уголъ, считаемый отъ сѣвернаго или отъ южнаго полюса магнитнаго меридіана (или отъ концевъ стрѣлки) до 90 градусовъ и съ обозначеніемъ странъ свѣта называется магнитнымъ румбомъ.

Пусть (чер. 83) линія NS представляетъ полуденную линію, линія N′S′ ось свободно висящаго магнита, а линія AB линію мѣстности, то уголъ NBA есть истинный азимутъ, или истинный румбъ; а уголъ N′BA магнитный азимутъ или магнитный румбъ.

Примѣчаніе. Для простоты будемъ называть полуденную линію истиннымъ меридіаномъ, а ось свободно висящаго магнита, магнитнымъ меридіаномъ.

Для опредѣленія градусной величины азимутовъ и румбовъ употребляется компасъ.

Компасъ состоитъ изъ мѣдной цилиндрической коробки, внутри которой помѣщается высеребренное кольцо, раздѣленное на градусы, въ центрѣ этого кольца, на днѣ коробки, утверждается конусообразный шпиль, на который вѣшается магнитная стрѣлка.

Такъ какъ магнитная стрѣлка показываетъ направленіе магнитнаго меридіана; то если совмѣстимъ діаметръ кольца проходящій черезъ нуль и 180 градусовъ съ данною линіею на мѣстности, то дуга, на которую нуль дѣленія отойдетъ отъ сѣвернаго конца стрѣлки, (считая черезъ востокъ) выразитъ градусную величину магнитнаго азимута.

Предположимъ, что магнитный и истинный меридіанъ сливаются (чер. 84), и что линія *ns* выражаетъ ихъ направленіе, тогда линія WO выразитъ направленіе на востокъ и западъ.

Пусть линія AK есть линія мѣстности, то уголъ *n*KA будетъ азимутъ этой линіи.

Линія AK лежитъ между сѣверомъ и востокомъ, то румбъ этой линіи называется Нордъ-Остъ и обозначается NO, а число градусовъ дуги *na* выразитъ его градусную величину. Если линія AK приметъ направленіе KM, то азимутъ ея будетъ 90 градусовъ, и такъ какъ эта линія идетъ отъ запада на востокъ, то румбъ называется Остъ и обозначается буквою O.

Предположимъ, что линія AK приняла направленіе BK, тогда азимутъ этой линіи будетъ, уголъ *n*KB, а градусная величина дуги *nab* выразитъ градусную величину азимута.

Линія KB лежитъ между югомъ и востокомъ, поэтому румбъ этой линіи называется Зюйдъ-Остъ и обозначается SO, а число градусовъ дуги *sb* выразитъ его градусную величину.

Если линія AK приметъ направленіе KP, то азимутъ этой линіи будетъ 180 градусовъ, и такъ какъ она идетъ отъ сѣвера на югъ, то румбъ ея называется Зюйдъ и обозначается буквою S.

Предположимъ, что линія AK приметъ направленіе KD, тогда азимутъ этой линіи будетъ *n*KD и градусная величина дуги *nabf* выразитъ градусную величину азимута.

Линія KD лежитъ между югомъ и западомъ, то румбъ этой линіи называется Зюйдъ-Вестъ и обозначается SW, а градусная величина его выразится дугою *sf*.

Предположимъ, что линія AK приняла направленіе KR, тогда азимутъ этой линіи будетъ 270 градусовъ.

Линія KR идетъ отъ востока на западъ, то румбъ этой линіи называется Вестъ и обозначается буквою W.

Когда линія будетъ имѣть направленіе KE, то азимутъ этой линіи будетъ *n*KE, а градусная величина дуги *nabfh* выразитъ градусную величину азимута,

Линія KE лежитъ между сѣверомъ и западомъ, то румбъ этой линіи называется Нордъ-Вестъ и обозначается NW, градусная же величина будетъ дуга *nb*.

Если линія мѣстности приметъ положеніе KN, то азимутъ будетъ нуль, и такъ какъ она идетъ съ юга на сѣверъ, то румбъ ея называется сѣвернымъ и обозначается буквою N,

§ 28. Перечисленіе азимутовъ на румбы и обратно.

Чтобы перечислить данные азимуты на румбы поступаютъ такъ: пусть даны азимуты:

1-й) AB = 30°
2-й) BH = 95°
3-й) HD = 224°
4-й) DE = 134°
5-й) EF = 194°
6-й) FK = 275°
7-й) KA = 337°

измѣреніе компасомъ, въ которомъ градусная подпись на кольцѣ расположена влѣво, (предполагая глазъ наблюдателя въ центрѣ кольца). Берутъ окружность (чер. 85), гдѣ N обозначаетъ сѣверъ, S югъ, O востокъ и W западъ и на ней располагаютъ градусную подпись въ сторону противуположную, т. е. въ нашемъ примѣрѣ отъ сѣвера вправо до 360.

Поэтому чертежу румбы опредѣляются такъ: азимутъ линіи AB = 30°, отложивъ отъ N дугу (по дѣленію круга) въ 30 градусовъ получимъ точку *a*, лежащую между N и O, слѣдовательно румбъ линіи AB будетъ NO—30°. Азимутъ линіи BH = 95°, отложивъ отъ N дугу (по дѣленію круга) въ 95° получимъ точку *b*, лежащую между O и S, слѣдовательно румбъ линіи BH есть SO, а градусная величина опредѣляется дугою S*b* равною 180—95 и такъ румбъ линіи BH будетъ SO 85°, азимутъ HD = 224°, опять отложивъ отъ N дугу = 224° получимъ точку *f*, лежащую между S и W; слѣдовательно румбъ HD будетъ SW, а градусная его величина опредѣляется дугою *fs*, т. е. 224—180, и такъ румбъ HD будетъ SW 44° и продолжая такимъ образомъ найдемъ что румбъ

— DE есть SO 46°
— EF — SW 14°
— FK — NW 85°
— KA — NW 23°.

Поэтому чертежу легко перечислить и данные румбы на азимуты, такъ наприм., пусть румбъ линіи есть SW 54°, точки *f* и *h* будутъ обозначать направленіе данной линіи, слѣдовательно азимутъ ея будетъ уголъ *fh*N = 180 + 54 = 234° и т. п.

§ 29. Опредѣленіе истинныхъ азимутовъ и румбовъ по даннымъ магнитнымъ и по данному склоненіе стрѣлки.

а) Перечисленіе азимутовъ.

При перечисленіи магнитныхъ азимутовъ на истинное, нужно принять слѣдующее правило. Если дѣленія на кольцѣ компаса назначены влѣво (*) и склоненіе найдено восточное, то истинный азимутъ линіи будетъ равнятся градусной величинѣ магнитнаго азимута сложенной съ склоненіемъ стрѣлки и дѣйствительно (чер. 86), пусть полуденная ли-

(*) Предполагая что глазъ наблюдателя въ центрѣ кольца.

нія есть SN а *ns* есть стрѣлка. магнитный азимутъ линіи *aP* будетъ уголъ *naP* а истинный азимутъ *NaP* равный *naP* + *Nan*.

Если при такомъ же дѣленіи кольца компаса найдено будетъ склоненіе западное, то изъ найденныхъ азимутовъ должно вычитать величину склоненія, такъ напримѣръ. магнитный азимутъ линіи *Pa* (чер 86) будетъ *n'aP*, а истинный азимутъ той же линіи будетъ *N'P*, равный *n'aP* — *n aN*. Т. е. равный магнитному азимуту безъ склоненія.

На оборотъ, если дѣленія на кольцѣ компаса будутъ расположены вправо и склоненіе будетъ восточное, то для полученія истинныхъ азимутовъ должно отъ магнитныхъ азимутовъ отнимать величину склоненія; а если при таковомъ же дѣленіи кольца компаса склоненіе будетъ западное, то для полученія истинныхъ азимутовъ должно къ магнитнымъ азимутамъ придавать величину склоненія.

b) Перечисленіе румбовъ.

Когда будетъ извѣстна величина склоненія и градусныя величины магнитныхъ румбовъ, тогда при опредѣленіи градусной величины истинныхъ румбовъ должно принять слѣдующее правило:

Если склоненіе стрѣлки восточное, то для опредѣленія градусной величины истинныхъ румбовъ при линіяхъ, имѣющихъ направленіе на NO и SW должно къ градусной величинѣ магнитныхъ румбовъ придавать величину склоненія, а при линіяхъ, имѣющихъ направленіе па NW и SO отъ градусной величины магнитныхъ румбовъ отнимать величину склоненія.

Пусть (чер. 87) линія NS предетавляетъ полуденную линію, а линія *ns* ось стрѣлки, тогда дуга *mn* будетъ величина склоненія и пусть румбъ линіи *ab* будетъ NO; слѣдовательно градусная величина магнитнаго румба этой линіи будетъ дуга *no*, а истиннаго румба *mo* равная *no* + *mn*, т. е. равная суммѣ градусной величины магнитнаго румба и градусной величины склоненія.

Пусть румбъ линіи, *af* будетъ SO слѣдовательно градусная величина магнитнаго румба будетъ дуга SO', а истиннаго румба дуга *o'm'* — — *o's* — *m's*. т. е. равная градусной величинѣ румба магнитнаго безъ градусной величины склоненія.

Пусть румбъ линіи *ap* будетъ SW, то градусная величина магнитнаго румба будетъ дуга SO'', а градусная величина истиннаго румба будетъ дуга *m'o''* равная дуга *o''s* + *sm'*, слѣдовательно при румбахъ SW правило опредѣленія градусной величины истиннаго румба будетъ тоже, что и при линіяхъ, имѣющихъ направленіе на NO.

Предположимъ, что румбъ линіи *ak* будетъ NW, а градусная величина магнитнаго румба дуга *o'''n*. Очевидно, что градусная величина истиннаго румба будетъ дуга *o'''m*, равная *o'''n* — *mn*, т. е. равная градусной

величинѣ румба магнитнаго безъ градусной величины склоненія, слѣдовательно при румбахъ NW правило перечисленія магнитныхъ румбовъ на истинные одно и то же, какъ для линій, имѣющихъ направленіе на SO.

Если склоненіе стрѣлки будетъ западное, при перечисленіи градусной величины магнитныхъ румбовъ на истинные должно при линіяхъ, имѣющихъ направленіе на NO и SW отъ градусной величины магнитныхъ румбовъ отнимать величину склоненія, а при линіяхъ NW и SO къ градусной величинѣ магнитнаго румба придавать величину склоненія.

Пусть (чер. 88) линія NS есть направленіе истиннаго меридіана, а *ns* ось стрѣлки, тогда дуга *nm* выразитъ градусную величину склоненія, пусть линія *ab* имѣетъ румбъ NO, слѣдовательно градусная величина магнитнаго румба этой линіи будетъ дуга *no*; а градусная величина истиннаго румба будетъ дуга *mo*, равная *no*—*mn*, т. е. равная градусной величинѣ магнитнаго румба безъ величины склоненія.

Предположимъ, что румбъ линіи P*a* будетъ NW и градусная величина магнитнаго румба будетъ дуга *no'*, величина же истиннаго румба будетъ дуга *o'm*, равная *o'n*+*mn*, т. е, равная градусной величинѣ магнитнаго румба, сложенной съ величиною склоненія.

Также найдемъ, что правило перечисленія румбовъ SW одинаково какъ румбовъ NO, а румбовъ SO одинаково какъ румбовъ NW.

§ 30. Буссоль съ діоптрами.

а) Устройство (чер. 89).

На мѣдной линейкѣ AB прикрѣплены винтами DD два обыкновенные діоптра E и E и утверждена мѣдная цилиндрическая, коробка FF, внутри которой помѣщено плоское высеребренное кольцо *ab* раздѣленное на 360 градусовъ.

На днѣ коробки въ центрѣ кольца утверждается отвѣсно острый конусообразный шпиль, на который надѣвается магнитная стрѣлка *ff*, имѣющая длину не много менѣе внутренняго діаметра кольца.

Для предохраненія стрѣлки отъ вліянія вѣтра, коробка плотно закрывается крышкою со стекломъ *mm*. Стекло крышки должно находиться надъ стрѣлкою въ такомъ разстояніи, чтобы между ними не было соприкосновенія и при томъ чтобы стрѣлка не могла свалиться со шпиля когда буссоль будетъ перевернута дномъ къ верху.

Чтобы при переноскѣ инструмента шпиль не могъ тупиться отъ сотрясенія стрѣлки, то ее прижимаютъ къ стеклу помощію рычага *h* и винта H.

Снизу линейки припаивается трубка R, которою буссоль соединяется со штативомъ.

Штативъ буссоли состоитъ изъ баксы (или трубки съ яблокомъ) и треножника.

Бакса устроена такъ: усѣченный конусъ K, стержнемъ L соединяется съ яблокомъ M, которое обхватывается щечками баксы *nn* и *n''n''*, обточенными внутри шарообразно. Щечки эти соединяются винтомъ PP и посредствомъ шпенька *H* соединяются съ пустымъ цилиндромъ *pppp*. Цилиндръ *pppp* надѣвается на стержень треножника *xx*, обхватывается кольцемъ *yy*, которое будучи сжато винтомъ NN прикрѣпляютъ баксу къ треножнику.

Треножникъ буссоли состоитъ изъ трехъ деревянныхъ ножекъ A A' A' снизу окованныхъ желѣзомъ; ножки помощію болтовъ и гаекъ B' B' B соединяются съ мѣднымъ кругомъ D' D', въ срединѣ котораго укрѣпленъ тотъ усѣченный конусъ *xx*, на который надѣвается бакса. Когда винтъ F будетъ ослабленъ, тогда буссоль получаетъ движеніе около вертикальной оси. Ослабивъ винтъ PP буссоль можно наклонять во всѣ стороны, а слѣдовательно и можно приводить въ горизонтальное положеніе.

b) Изслѣдованія.

Предъ употребленіемъ буссоли должно убѣдиться, выполняются ли слѣдующія условія:

1) Мѣдь, изъ которой сдѣлана коробка, не содержитъ ли въ себѣ частицъ желѣза.

2) Вѣрно ли назначены дѣленія на кольцѣ.

3) Достаточно ли остръ шпиль, на которомъ надѣта стрѣлка и хорошо ли намагничена стрѣлка.

4) Находится ли шпиль въ центрѣ кольца съ дѣленіями.

5) Перпендикулярна ли коллимаціонная плоскость, (т. е. плоскость, проходящая черезъ прорѣзы и волоски діоптровъ) къ верхней плоскости кольца буссоли.

6) Не существуетъ ли коллимаціонной ошибки.

Такъ какъ при нѣкоторыхъ изслѣдованіяхъ верхняя плоскость кольца буссоли должна быть горизонтальна, то и разсмотримъ какъ должно это выполнять. Буссоль приводится въ горизонтальное положеніе: или помощію стрѣлки, или помощію уровня (если онъ есть).

По стрѣлкѣ буссоль устанавливается такъ: ослабивъ винтъ PP, даютъ такое положеніе буссоли, чтобы стрѣлка двигалась въ плоскости кольца буссоли.

Если при буссолѣ есть уровень, то должно сначала привести ось его въ параллельное положеніе съ плоскостію буссоли, для чего ослабивъ винтъ PP ставятъ буссоль такъ, чтобы пузырекъ уровня былъ на срединѣ трубки, замѣтя показаніе стрѣлки поворачиваютъ буссоль около

вертикальной оси на 180° и если пузырекъ уровня будетъ на срединѣ, то уровень установленъ хорошо, въ противномъ случаѣ должно помощію винтовъ при уровнѣ передвинуть пузырекъ на половину той дуги на которую онъ отошелъ отъ средины трубки и снова повторить пріемъ изслѣдованія. Или можно поступить такъ: имѣя отдѣльный уровень, повѣряютъ сначала его, потомъ поставя на кольцо буссоли такъ, чтобы онъ былъ надъ прикрѣпленнымъ уровнемъ, приводятъ пузырекъ его на средину и если при этомъ пузырекъ уровня буссоли будетъ тоже на срединѣ, то слѣдовательно ось уровня буссоли параллельна верхней плоскости кольца буссоли, въ противномъ случаѣ его исправляютъ имѣющимися при немъ винтами.

Когда это будетъ окончено, то приведя пузырекъ уровня на средину трубки замѣчаютъ показаніе стрѣлки, потомъ поворачиваютъ буссоль такъ, чтобы стрѣлка показала число градусовъ большее противъ перваго показанія на 90° и снова устанавливаютъ пузырекъ уровня на средину трубки, тогда верхняя плоскость кольца буссоли будетъ горизонтальна.

Примѣчаніе: Приведя буссоль въ горизонтальное положеніе должно посмотрѣть не имѣетъ ли стрѣлка наклоненія, и если будетъ замѣчено, что стрѣлка не горизонтальна, то должно наклоненіе уничтожить, подкленвая подъ южный конецъ воскъ или сургучь.

1) Для изслѣдованія 1-го условія поступаютъ такъ: хорошо намагниченную стрѣлку надѣваютъ на остріе иглы воткнутой въ столъ, и когда стрѣлка успокоится, тогда къ концу ея подносятъ буссоль и слегка поворачиваютъ около вертикальной оси; если при этомъ стрѣлка будетъ оставаться въ покоѣ, то желѣза нѣтъ; въ противномъ случаѣ буссоль употреблять нельзя.

2) Для изслѣдованія 2-го условія поступаютъ такъ же, какъ при повѣркѣ градусовъ дѣленія транспортира (смот. § 7).

3) Для изслѣдованія 3-го условія поступаютъ такъ: подносятъ желѣзо къ стеклу буссоли, и если стрѣлка тотчасъ притянется къ желѣзу, то это значитъ, что она намагничена хорошо, въ противномъ случаѣ нужно сначала ее намагнитить и потомъ производить изслѣдованіе шпиля, что и дѣлается такъ: приведя буссоль въ горизонтальное положеніе, дѣлаютъ направленіе на какой нибудь предметъ; при этомъ замѣчаютъ на кольцѣ показаніе стрѣлки, повернувъ буссоль, снова дѣлаютъ направленіе на тотъ же предметъ и если показаніе стрѣлки будетъ то же самое, то шпиль хорошъ; въ противномъ случаѣ его должно вынуть и подточить на оселкѣ (давая ему форму конуса).

4) Для изслѣдованія 4-го условія приводятъ буссоль въ горизонтальное положеніе и замѣчаютъ показаніе обоихъ концевъ стрѣлки повернувъ немного буссоль около вертикальной оси, снова записываютъ показаніе обоихъ концевъ стрѣлки и продолжаютъ это дѣйствіе до тѣхъ поръ, пока нуль дѣленія обойдетъ полуокружность

Послѣ того берутъ разности изъ каждой пары отсчитываній, и если каждая изъ нихъ будетъ равна 180, то это удостовѣритъ, что шпиль помѣщенъ въ центрѣ кольца, въ противномъ случаѣ при опредѣленіи азимутовъ должно брать отсчеты по обоимъ концамъ стрѣлки, и тогда величина азимутальнаго угла будетъ опредѣляться такимъ образомъ: къ отсчету сдѣланному по южному концу стрѣлки придаютъ или отнимаютъ 180 и изъ полученнаго числа и изъ отсчета, сдѣланнаго по сѣверному концу стрѣлки берутъ полусумму, которая и выразитъ истинную величину искомаго угла, (на томъ основаніи, что уголъ имѣющій вершину между центромъ и окружностію измѣряется полусуммою дугъ, заключенныхъ между его сторонами).

Примѣчаніе: 180° отнимается отъ отсчета по южному концу стрѣлки тогда, когда отсчитываніе по сѣверному концу стрѣлки менѣе 180 и придается когда болѣе, такъ напримѣръ отсчитываніе по сѣверному концу 76° а по южному концу $255^{3}/_{4}$, то истинный уголъ будетъ $\frac{76+(255^{3}/_{4}-180)}{2} = \frac{76+75^{3}/_{4}}{2} = 75^{\circ}\ 52^{1}/_{2}'$.

Еще примѣръ: отсчитываніе по сѣверному концу 189 градусовъ, а по южному концу $8^{3}/_{4}$, то истинный уголъ будетъ $\frac{189+(8^{3}/_{4}+180)}{2} =$

$= \frac{189+188^{3}/_{4}}{2} = 188^{\circ}\ 52^{1}/_{2}'$.

5) Чтобы узнать перпендикулярна ли коллимаціонная плоскость діоптровъ къ верхней поверхности кольца буссоли, то приводятъ буссоль въ горизонтальное положеніе и поставя вѣху привѣшиваютъ къ ней нить съ тяжестью на концѣ, потомъ направляютъ на нить діоптры, и если весь волосокъ предметнаго діоптра будетъ покрывать нить, условіе выполняется; въ противномъ случаѣ подъ одинъ край діоптра должно подложить столько бумаги или фольги, чтобы волосокъ покрылъ нить.

6) Коллимаціонною ошибкою называется уголъ, составленный коллимаціонною плоскостію діоптровъ и діаметромъ, соединяющимъ дѣленія 0° и 180°.

Для изслѣдованія коллимаціонной ошибки должно поступить такъ: протянувъ волосокъ $b'b'$ (сквозь узкіе прорѣзы противоположныхъ діоптровъ должно посмотрѣть черезъ узкій прорѣзъ діоптра, и если при этомъ волосокъ $b'b'$ будетъ покрывать черты дѣленій нуля и 180 градусовъ, то коллимаціонной ошибки нѣтъ; если же это не выполняется, то нужно замѣтить то дѣленіе, которое закроетъ волосокъ. Понятно что если кольцо имѣетъ градусныя дѣленія отъ нуля до 360 градусовъ, то при отсчитываніи азимутовъ коллимаціонная ошибка не будетъ имѣть вліянія, потому что перечисливъ магнитные азимуты на истинные, эта ошибка уничтожится, ибо склоненіе стрѣлки будетъ опредѣлено съ этою же ошибкою; а такъ какъ буссоли иногда устроиваютъ для измѣренія румбовъ, то при опредѣленіи ихъ градусной величины коллимаціонная ошибка будетъ имѣть вліяніе, почему и должна быть уничтожена.

Для уничтоженія этой ошибки должно: 1) одинъ и тотъ же діоптръ имѣть постоянно глазнымъ и 2) производить поправки румбовъ.

Румбы исправляютъ такъ: если нуль подписи будетъ лежать вправо отъ волоска $b'b$ напримѣръ на m градусовъ, то къ румбамъ NW и SO должно придавать m градусовъ, а отъ румбовъ NO и SW отнимать; на оборотъ, если нуль подписи будетъ лежать влѣво отъ волоска $b'b$, на примѣръ на n градусовъ, то величину n должно придавать къ румбамъ NO и SW и отнимать отъ румбовъ NW и SO.

Примѣчаніе Если съемка производится одновременно нѣсколькими буссолями, т. склоненіе стрѣлокъ этихъ буссолей должно опредѣлить тоже одновременно, и тогда перечисливъ магнитные азимуты или румбы на истинные получимъ съемку въ томъ видѣ, какъ будтобы она была произведена одною буссолью.

c) Употребленіе.

§ 31. Измѣреніе магнитныхъ азимутовъ буссолью и нанесеніемъ ихъ на бумагу.

Для опредѣленія азимута данной линіи поступаютъ такъ: поставя горизонтально буссоль на одномъ концѣ данной линіи, направляютъ діоптры на вѣху, поставленную въ другомъ концѣ данной линіи, и когда стрѣлка успокоится, то должно записать показаніе сѣвернаго конца ея, если нуль градусной подписи будетъ при предметномъ діоптрѣ, или записать показаніе южнаго конца стрѣлки, если нуль градусной подписи будетъ при глазномъ діоптрѣ. И такъ въ первомъ случаѣ величина азимута выразится дугою отъ нуля по дѣленію до сѣвернаго конца стрѣлки; а во второмъ дугою отъ нуля по дѣленію до южнаго конца стрѣлки. При этомъ съемщикъ принявъ одинъ изъ діоптровъ глазнымъ, долженъ употреблять его глазнымъ во все продолженіе съемки.

Азимуты измѣренные буссолью, всегда должно наносить на бумагу отъ сѣвернаго конца меридіана въ сторону противуположную градусной подписи буссоли, такъ напримѣръ: если (смотря изъ центра коробки увидимъ), что дѣленія идутъ отъ нуля влѣво, то углы измѣренные этою буссолью должно наносить отъ сѣвернаго конца меридіана вправо и на оборотъ.

Напримѣръ (чер. 90), пусть дѣленія идутъ отъ нуля вправо. Тогда сдѣлавши направленіе на точку A мы замѣтимъ показаніе сѣвернаго конца стрѣлки, напримѣръ b градусовъ; очевидно, если на бумагѣ къ линіи N S′ (принятой за меридіанъ) построимъ уголъ равный b градусамъ и влѣво отъ нея, то направленіе линіи nm и выразитъ направленіе линіи мѣстности AD.

Но если встрѣтится надобность нанести отъ данной точки линію по азимуту измѣренному съ другаго конца линіи, то тогда должно строить уголъ отъ южнаго конца меридіана и то же въ сторону противуположную градусной подписи. Напримѣръ (чер. 90) пусть точка *m* представляетъ точку A мѣстности, требуется нанести линію AD, отъ точки *m* по азимуту измѣренному изъ точки D; нанеся найденный азимутъ *b* отъ южнаго конца меридіана N ´ S´´ въ сторону противоположную градусной подписи, получимъ линію *mn*, соотвѣтствешную по азимуту линіи мѣстности AD.

Если бы потребовалось буссолью опредѣлить уголъ между предметами, то для этого должно стать съ буссолью въ вершину опредѣляемаго угла, т. е. въ точку M (чер. 91) и взять азимуты боковъ угла, т. е. линій AM и BM, тогда величина измѣряемаго угла будетъ равна разности азимутовъ *y*—*x*, что ясно видно изъ чертежа.

§ 32. Буссоль Шмалькальдера.

а) Устройство (чер. 92).

Буссоль Шмалькальдера состоитъ изъ мѣдной цилиндрической коробки AB, діаметръ основанія которой не бываетъ болѣе 3-хъ дюймовъ, а высота цилиндра дѣлается около полудюйма или цѣлаго дюйма.

Въ центрѣ коробки утвержденъ конусообразный шпиль, на который вѣшается магнитная стрѣлка. Къ поверхности стрѣлки прикрѣпляется бумажный или серебряный кружокъ раздѣленный на 360 градусовъ.

Нуль дѣленія подписывается при южномъ концѣ стрѣлки и дѣленія располагаются отъ юга къ западу. Коробка покрывается стекломъ. Для предохраненія шпиля (при переноскѣ буссоли), внутри коробки подъ стрѣлкою устроивается рычажекъ, который пропускается наружу и оканчивается шляпкою M. Къ коробкѣ придѣлывается обыкновенный діоптръ DE, а вмѣсто другаго діоптра пластинка *pk* противъ узкаго прорѣза, который въ оправѣ помѣщается тригольная стеклянная призма, въ которой уголъ *a* въ 90 градусовъ, а уголъ *b*=*c*.

Нижняя сторона призмы *ab* дѣлается выпуклою, а прочія стороны плоскими, въ оправѣ призмы по гипотенузѣ дѣлается то же узкій прорѣзъ, такъ чтобы волосокъ діоптра DE, прорѣзъ пластинки *pk* и прорѣзъ оправы были въ одной плоскости. Внизу оправы дѣлается круглое отверстіе, сквозь которое разсматриваются дѣленія круга и вслѣдствіе выпуклости нижней стороны призмы, дѣленія эти кажутся въ большемъ видѣ. Цифры на кружкѣ подписываются въ обратномъ видѣ для того, чтобы вслѣдствіе отраженіе лучей онѣ казались въ прямомъ положеніи.

Призма можетъ подниматься, винтъ N служитъ для того, чтобы закрѣпить ее въ желаемомъ положеніи. (Поднимаютъ призму для того, что-

бы лучше можно было видѣть дѣленія). Снизу коробки придѣлывается втулка, которою буссоль надѣвается на колъ употребляемый вмѣсто треножника.

b) Употребленіе

При употребленіи этой буссоли, съемщикъ смотря сквозь прорѣзъ пластинки *pk* поворачиваетъ буссоль до тѣхъ поръ, пока волосокъ діоптра DE покроетъ поставленную вѣху, тогда дуга *ab* (чер. 93) очевидно выразитъ градусную величину угла *cod*, т. е. величину азимута линіи.

§ 33. Буссоль Бюрьера.

a) Устройство (чер. 94).

Буссоль Бюрьера состоитъ изъ мѣдной или деревянной коробки AB внутри которой вырѣзается углубленіе DD, на днѣ углубленія утверждается отвѣсно конусообразный шпиль, на который и надѣвается магнитная стрѣлка съ припаяннымъ къ ней серебрянымъ кольцомъ. Боковая поверхность кольца раздѣляется на 360 градусовъ, нуль подписывается при южномъ концѣ стрѣлки, и дѣленія располагаются отъ юга къ западу.

Для разсматриванія дѣленій дѣлается прорѣзъ одинаковой глубины съ общимъ углубленіемъ, въ которомъ вставляется выпуклое стекло *nm*, отъ чего цифры кажутся увеличенными; коробка закрывается мѣдною доскою, а для освѣщенія дѣленій кружка дѣлается надъ стекломъ четыреугольный прорѣзъ, который и закрываютъ слюдою или стекломъ. Съ наружной поверхности коробки на штифтахъ поднимается пластинка EKF, черезъ которую перетянутъ волосокъ *nkv*. Снизу буссоли сдѣлана втулка, которою буссоль надѣвается на колъ, употребляемый вмѣсто треножника.

Въ послѣднее время пластинку EKF замѣняютъ діоптрами.

При нѣкоторыхъ буссоляхъ Бюрьера на нижней сторонѣ устроивается высотомѣръ такъ: описана дуга, въ центрѣ которой устроенъ движущійся отвѣсъ. На дугѣ назначены градусы и нуль подписанъ такъ, что когда плоскость *nkv* будетъ горизонтальна, то отвѣсъ долженъ показать нуль. Очевидно, что если черезъ волосокъ направимъ на вершину кола, высота котораго равна высотѣ наблюдателя, то нуль дуги отойдетъ отъ отвѣса и число градусовъ дуги, на которую онъ отклонится, выразитъ величину угла наклоненія.

Въ послѣднее время буссоли Бюрьера дѣлаютъ съ двумя кругами, изъ которыхъ нижній прикрѣпленъ къ стрѣлкѣ и служитъ для измѣренія азимутовъ, а верхній съ тяжестью устроенъ такъ, что когда буссоль наклонимъ на бокъ и приведемъ плоскость волосковъ въ горизонтальное положеніе, то показаніе на кругѣ будетъ нуль. Понятно, что если направить плоскость волосковъ на верхушку кола, равнаго высотѣ инструмента.

то число градусовъ на кругѣ видѣнное черезъ стекло выразитъ уголъ наклоненія.

b) Употребленіе.

При употребленіи съемщикъ приводитъ буссоль въ такое положеніе, чтобы плоскость, проходящая черезъ волосокъ *nkv* прохоцила черезъ наблюдаемый предметъ и тогда та градусная полпись на ободкѣ, которую будетъ закрывать нижняя часть волоска выразитъ искомый магнитный азимутъ.

Всѣ азимуты, измѣренные буссолями Шмалькальдера и Бюрьера наносятся на бумагу отъ сѣвернаго конца меридіана къ востоку до цѣлой окружности.

§ 34. Опредѣленіе склоненія магнитной стрѣлки.

Склоненіемъ стрѣлки называется уголъ, составленный осью стрѣлки съ полуденною линіею.

Величина склоненія стрѣлки опредѣляется помощію наблюденія солнца такимъ образомъ:

Избираютъ такое мѣсто, чтобы изъ него можно было видѣть восхожденіе и захожденіе солнца и въ этомъ мѣстѣ устанавливаютъ буссоль. Приведя ее въ положеніе горизонтальное, направляютъ діоптры на центръ заходящаго солнца въ тотъ моментъ, когда солнце будетъ находиться въ плоскости кольца буссоли, при чемъ отсчитываютъ азимутъ A; (чер. 95) буссоль на ночь оставляютъ на штативѣ и на другой день утромъ направляютъ діоптры на центръ восходящаго солнца, опять въ тотъ моментъ, когда солнце будетъ въ плоскости кольца буссоли и осчитываютъ азимутъ B.

Вычтя азимутъ A изъ 360 градусовъ получаютъ уголъ D*kn* и если онъ равенъ B, то склоненіе стрѣлки равно нулю, если *nk*D болѣе D*k*, то склоненіе будетъ восточное равное $\frac{Dkn-B}{2}$; а если онъ будетъ менѣе B, то склоненіе будетъ западное равное $\frac{B-Dkn}{2}$; напримѣръ: A = 294°; B = 63°, то D*kn* = 360—294 = 64° и слѣдовательно D*kn* болѣе B, то склоненіе стрѣлки восточное равное $\frac{64-63}{2} = \frac{1^\circ}{2}$.

Примѣчаніе: Чтобы узпать когда солнце будетъ въ плоскости кольца буссоли, то поступаютъ такъ: на бумагу принимаютъ тѣнь отъ буссоли, и когда эта тѣнь будетъ прямая полоса, то это значитъ что солнце находится въ плоскости кольца буссоли.

§ 35. Проведеніе параллельныхъ и перпендикулярныхъ линій помощію буссоли.

a) Проведеніе параллельныхъ линій.

Параллельныя линіи проводятъ помощію буссоли такимъ образомъ: пусть (чер. 96) чрезъ данную точку D требуется провести линію параллельную къ данной линію AB; поставя горизонтально буссоль въ точкѣ A (или въ произвольно взятой точкѣ лежащей на данной прямой), измѣряютъ азимутъ линіи AB, послѣ того надъ точкою D ставятъ горизонтально буссоль и приводятъ въ такое положеніе, чтобы стрѣлка показала азимутъ линіи AB, тогда провѣшенная по направленію діоптровъ линія DF будетъ требуемая параллель.

b) Проведеніе перпендикуляровъ.

При проведеніи перпендикуляровъ помощію буссоли поступаютъ такъ: пусть требуется (чер. 96) изъ точки C къ данной на мѣстности линіи AB возставить перпендикуляръ. Для этого въ точку C ставятъ горизонтальбуссоль и измѣряютъ азимутъ линіи CB, придавъ къ найденному азимуту 90 градусовъ, будемъ имѣть азимутъ требуемаго перпендикуляра, послѣ чего должно поставить буссоль такъ, чтобы стрѣлка показала найденный по вычисленію азимутъ, тогда провѣшенная по направленію діоптровъ линія CK будетъ искомый перпендикуляръ.

Когда будетъ нужно изъ данной точки и на данную линію опустить перпендикуляръ, то должно опредѣлить азимутъ данной линіи и придать къ нему 90 градусовъ, отъ чего получимъ азимутъ искомаго перпендикуляра, потомъ уставя въ данную точку горизонтально буссоль нужно привести ее въ такое положеніе, чтобы стрѣлка показала вычисленный азимутъ, тогда провѣшенная по направленію діоптровъ линія будетъ требуемый перпендикуляръ.

§ 36. Опредѣленіе непристуныхъ разстояній.

При опредѣленіи неприступныхъ разстояній могутъ встрѣтиться слѣдующіе случаи:

1) Когда концы данной линіи приступны.

2) Когда одинъ конецъ линіи неприступенъ.

3) Когда концы неприступны; но есть приступная точка, лежащая на данной линіи или на ея продолженіи и

4) Когда вся линія неприступна.

1) Пусть концы данной линіи AB (чер. 97) приступны. Для опредѣленія ея длины избираютъ произвольную точку D такъ, чтобы отъ нея можно было промѣрить до A и B. Потомъ поставя горизонтально буссоль въ точкѣ D измѣряютъ азимуты линій DB и DA; разность этихъ азимутовъ даетъ величину угла ADB, измѣривъ линіи AD и BD, длину линіи AB найдемъ такъ:

$$(AD + BD) : (AD - BD) = tag\ \frac{(B+A)}{2} : tag\frac{(A-B)}{2}$$ откуда $$tg\frac{(A-B)}{2} = \frac{(AD-BD)}{AD+BD} \cdot tg\frac{(B+A)}{2}.$$

$B+A=180-D$; и при томъ

$$\frac{B+A}{2} + \frac{(A-B)}{2} = A$$

$$\frac{B+A}{2} - \frac{(A-B)}{2} = B.$$

и тогда AB: AD = *Sin* D: *Sin* B.

откуда $$AB = \frac{AD\ \ Sin\ D}{Sin\ B}.$$

2) Конецъ линіи AB (чер. 98) неприступенъ, для опредѣленія длины AB избираютъ такую произвольную точку D, чтобы отъ нея можно было сдѣлать промѣръ до приступной точки B; измѣривъ изъ точки B азимуты линій BA и BD будетъ имѣть уголъ B, а измѣривъ изъ D азимуты линій BD и DA будемъ имѣть уголъ D; зная длину DB, длина AB найдется такъ AB: DB = *Sin* D: *Sin* A, откуда $$AB = \frac{DB.\ Sin\ D}{Sin\ A.}$$

3) Когда концы линіи AB (чер. 99) не приступны, но можно стать съ инструментомъ на линіи AB, тогда поступаютъ такъ: пусть точка D лежитъ на линіи AB слѣдовательно длины линій AD и DB можно опредѣлять точно такъ же какъ было объяснено опредѣленіе длины, имѣющей одинъ конецъ неприступной.

Если же концы данной линіи будутъ неприступны, но можно взять точку, лежащую на продолженіи данной линіи, то поступаютъ такъ: пусть избранная точка D (чер. 100) лежитъ на продоженіи линіи AB, тогда длина AD опредѣлится изъ триугольника ADE, и BD, изъ триуголь-

ника BDE (тѣмъ способомъ, какъ это дѣлалось, когда данная линія имѣла одинъ конецъ неприступный) и тогда AD—BD выразитъ искомую длину.

4) Если бы данная линія AB (чер. 101) была совсѣмъ неприступна, то для опредѣленія ея длины избираютъ такія двѣ точки, что бы между ними можно было сдѣлать промѣръ. Пусть эти точки будутъ D и E, опредѣливъ углы x, y, x' y , тогда изъ треугольника ADE по длинѣ DE и угламъ x и x' найдемъ длину AD. Изъ треугольника DBE по длинѣ DE и угламъ y и y найдемъ длину DB. Разность угловъ x и y даетъ уголъ ADB, тогда изъ треугольника ADB по извѣстнымъ двумъ сторонамъ и углу между ними, опредѣлимъ углы m и n, а зная эти углы длина AB опредѣлится изъ того же треугольника ADB.

§ 37. Съемка буссолью криволинейныхъ контуръ.

Съемка буссолью криволинейныхъ контуръ можетъ производится двумя способами: a) засѣчками и b) помощію перпендикуляровъ.

a) Засѣчками.

Съемка засѣчками дѣлается такъ: (чер. 102) въ главныхъ изгибахъ данной кривой AB выставляютъ вѣхи A, a, b, c, d, e, f, B, потомъ избравъ произвольную прямую MD ставятъ въ точку M горизонтально буссоль и, взявъ азимутъ линіи MD измѣряютъ по очереди азимуты линій AM, Ma, bM, cM, dM и т. д.; промѣривъ линію DM устанавливаютъ въ точкѣ D горизонтально буссоль и повѣривъ азимутъ линіи MD берутъ азимуты линій BD fD, cD, dD и т. д. Имѣя это приступаютъ къ нанесенію снятой кривой на бумагу, для чего берутъ на бумагѣ прямую линію, и принявъ ее за направленіе меридіана, наносятъ по извѣстному азимуту линію MD, отложивъ на этой линіи по масштабу длину линіи MD получимъ на бумагѣ точки M и D мѣстности, послѣ того при точкѣ M наносятъ азимуты направленій AM, aM, bM и т. д., а при точкѣ D наносятъ азимуты линіи BD, fD, cD, dD и т. д. Тогда точки пересѣченія направленій (сдѣланныхъ на одну и ту же вѣху) выразятъ положеніе точекъ кривой AB; очевидно, что по соединенію ихъ будемъ имѣть на бумагѣ и самую снимаемую кривую.

b) Перпендикулярами.

Для снятія кривой перпендикулярами поступаютъ такъ: (чер. 102) близъ данной кривой A'B' въ произвольной точкѣ M ставятъ горизонтально буссоль и опредѣливъ азимутъ произвольной прямой MD, начинаютъ ее измѣрять, при чемъ замѣчаютъ разстоянія между подошвами перпендикуляровъ, проведенныхъ изъ главныхъ изгибовъ снимаемой кривой

на линію MD и въ то же время измѣряютъ и длину этихъ перпендикуляровъ. Дойдя до конца линіи MD съемка будетъ кончена и тогда приступаютъ къ накладкѣ. Для этого по извѣстному азимуту наносятъ на бумагѣ линію MD и откладываютъ найденную длину линій: Ma', Mb', Mc' и т. д.; изъ полученныхъ точекъ M, a, b и т. д. возставляютъ перпендикуляры, на которыхъ откладываютъ длины соотвѣтственныхъ имъ перпендикуляровъ въ натурѣ, отъ чего и получится рядъ точекъ, по соединеніи которыхъ будемъ имѣть и самую снимаемую кривую A′B′.

§ 38. СЪЕМКА БУССОЛЬЮ СОМКНУТЫХЪ КОНТУРЪ.

Съемка буссолью сомкнутыхъ контуръ производится слѣдующимъ образомъ: a) засѣчками, b) изъ одной точки стоянія, c) параллельными линіями и d) обходомъ.

a) Засѣчками.

Съемка засѣчками дѣлается такъ: пусть требуется снять (чер. 103) участокъ ABCDEFHM. прежде всего во всѣхъ вершинахъ угловъ контуры выставляютъ вѣхи, и такъ какъ въ этомъ участкѣ протекаетъ рѣка и идетъ дорога, то и выставляютъ также вѣхи въ главныхъ изгибахъ этихъ кривыхъ (a, b, c, d, e, f, g, h,) потомъ избираютъ въ срединѣ мѣстности какую нибудь произвольную линію MN, (лучше если одинъ конецъ ея будетъ на окружной границѣ). Установя въ точкѣ M горизонтально буссоль берутъ азимутъ линіи MN и въ тоже время измѣряютъ азимуты направленій MA, aM, bM, cM, MH и MF, записавъ все это промѣряютъ линію MN, потомъ въ точкѣN ставятъ горизонтально буссоль и повѣривъ азимутъ пройденной линіи MN берутъ азимуты линіи NA, Na, Nb, Nc, NH и NF, черезъ что точки A, a, b, c, F и g будутъ опредѣлены. Послѣ того берутъ азимуты: сначала линіи Nd, а потомъ Nf, NB, Ne, Ng, ND, Nh и NE, записавъ все это промѣряютъ линію NP и поставя въ точку P горизонтально буссоль, повѣряютъ азимутъ пройденной линіи NP и измѣряютъ азимуты линіи Pd, Pf, PB, Pe, PD, PE и Ph, отъ чего точки d, f, B, e, D, E, и h опредѣляются. Кончивъ эти работы, съемщику должно пройдти по рѣкѣ и по дорогѣ и обрисовать направленіе ихъ на отдѣльную бумагу. Послѣ того приступаютъ къ накладкѣ снятаго участка на бумагу, что и дѣлаютъ такъ: проведя на бумагѣ прямую линію, принимаютъ ее за направленіе меридіана и по азимуту наносятъ линію MN; отложивъ по масштабу ея длину, получимъ точки M и N мѣстности. Тогда при точкѣ M наносятъ по азимутамъ линіи AM, aM, bM и т. д.; а при точкѣ N наносятъ азимуты линіи AN, aN, bN и т. д. Нанеся отъ точки N линію NP, по ея азимуту откладываютъ по масштабу отъ N длину линіи NP, отъ чего и получаютъ точку P мѣстности. Нанеся при точкѣ N азимуты линій ND, NF и т. д., а при точкѣ P азимуты линій dP, Pf и т. д., остается соединить точки пересѣченія направленій согла-

сно съ линіями мѣстности, и тогда полученная на бумагѣ фигура будетъ планъ снимаемаго участка.

Такого рода съемка можетъ быть произведена только въ мѣстахъ открытыхъ.

b) Изъ одной точки столнія.

Когда при съемкѣ встрѣтится открытая небольшая контура, тогда ее легко снять такимъ образомъ (чер. 104): ставятъ во всѣхъ вершинахъ угловъ контуры вѣхи и избравъ въ срединѣ снимаемаго участка произвольную точку напримѣръ M, устанавливаютъ на ней горизонтально буссоль и дѣлаютъ направленія на всѣ выставленныя вѣхи, при чемъ замѣчаютъ азимуты линій AM, BM и т. д. послѣ того промѣривъ отъ точки M до точекъ A, B, C и т. д., легко будетъ нанести снятую фигуру на бумагу. Для этого на бумагѣ проводятъ прямую линію и принявъ ее за направленіе меридіана, наносятъ отъ произвольно взятой точки всѣ измѣренные азимуты: потомъ на проведенныхъ прямыхъ откладываютъ найденныя соотвѣтственныя длины линій AM, BM и т. д. Соединивъ полученныя черезъ это точки будемъ имѣть планъ снятой фигуры мѣстности. Въ случаѣ если какую нибудь изъ этихъ линій нельзя будетъ измѣрить, то тогда должно поступать такъ: напримѣръ линію MA мѣрить нельзя, то измѣряютъ или A*k* или AB, имѣя на планѣ точки *k* и B должно только описать дугу, радіусомъ равнымъ измѣренной линіи: но если и этихъ линій измѣрить нельзя, то взявъ азимутъ *k*A или AB нанести его при соотвѣтственной точкѣ и тогда пересѣченіе линій AM и AB дадутъ искомую точку.

c) Параллельными линіями.

Такого рода съемка съ пользою можетъ быть произведена въ мѣстахъ покрытыхъ кустарникомъ; она состоитъ въ слѣдующемъ: весь снимаемый участокъ разбиваютъ рядомъ параллельныхъ линій, и потомъ промѣривъ каждую параллель, замѣчаютъ всѣ встрѣчающіеся на ней предметы, отъ чего получится возможность изобразить на бумагѣ всѣ подробности мѣстности.

Объяснимъ примѣромъ (чер. 105): пусть требуется снять участокъ ABCDEF. Прежде всего на одной изъ его сторонъ, напримѣръ на AF вбиваютъ колышки разстояніемъ другъ отъ друга саженяхъ во 100, или въ 200 и болѣе, смотря по слѣдующему обстоятельству; если въ этомъ участкѣ много отдѣльныхъ контуръ, то параллельныя линіи проводятъ ближе другъ къ другу, если мало, то дальше.

И такъ назначивъ колышками точки: *a*, *b*, *c*, *d*, ставятъ въ точкѣ A горизонтально буссоль и измѣряютъ азимутъ линіи AF, потомъ проводятъ произвольную прямую линію, напримѣръ AM, и опредѣливъ ея

азимутъ проводятъ черезъ точки a, b, c, d и f линіи параллельно линіи AM. Послѣ того начинаютъ измѣрять эти параллельныя линіи такъ: сначала AM, при чемъ перпендикулярами опредѣляютъ положеніе рѣки, потомъ промѣряютъ по очереди линіи aa', bb и т. д. при этомъ замѣчаютъ всѣ предметы, встрѣчающіеся на этихъ линіяхъ. Очевидно, что нанеся все это на бумагу получимъ какъ самую окружную границу, такъ и всѣ внутреннія подробности.

Здѣсь на чертежѣ представлено такъ, что къ каждой граничной линіи подходятъ по двѣ параллели. Но можетъ случиться, что къ какой нибудь граничной линіи не подойдетъ ни одна параллель, то въ такомъ случаѣ должно взять азимутъ этой граничной линіи, ставши съ буссолью въ одну изъ ея окопечностей.

d) Съемка обходомъ.

Предположимъ, что требуется снять такой участокъ, въ которомъ нельзя произвести съемку ни однимъ изъ описанныхъ способовъ, такъ напримѣръ снять лѣсъ. Тогда должно употреблять способъ съемки обходомъ.

Напримѣръ, предположимъ, что требуется снять контуру лѣса, для этого прежде всего данную контуру обводятъ прямыми пересѣкающимися линіями такъ, чтобы онѣ лежали близъ снимаемой кривой, отъ чего получится многоугольникъ (чер. 106) ABCDD'EFM, потомъ начинаютъ самую съемку слѣдующимъ образомъ: принявъ какую нибудь вершину угла за начальный пунктъ, напримѣръ A, ставятъ надъ точкою A горизонтально буссоль и берутъ азимутъ линіи AB, замѣтивъ вѣхою точку стоянія инструмента, измѣряютъ длину линіи AB и перпендикулярами опредѣляютъ положеніе самой кривой, дойдя до точки B записываютъ длину всей пройденной линіи, потомъ ставятъ горизонтально буссоль надъ точкою B, и повѣривъ азимутъ линіи AB, опредѣляютъ азимутъ линіи BD и обозначивъ вѣхою точку B, начинаютъ измѣрять длину линіи BD, при чемъ перпендикулярами опредѣляютъ и положеніе самой кривой, такимъ образомъ проходятъ по всѣмъ линіямъ до начальнаго пункта A, становя буссоль въ каждой вершинѣ угла и промѣряя всѣ пройденныя линіи.

При этомъ должно обращать вниманіе на положеніе измѣряемыхъ линій, т. е. если которая нибудь изъ нихъ лежитъ не горизонтально, то должно измѣрять уголъ наклоненія, и при нанесеніи на планъ брать горизонтальное проложеніе.

§ 39. Нанесеніе снятыхъ границъ на бумагу.

Когда обходъ будетъ окопченъ, тогда приступаютъ къ нанесенію снятой фигуры на бумагу. Для этого на листѣ чистой бумаги проводятъ ли-

нію параллельно краю бумаги и принимаютъ за направленіе меридіана, потомъ избравъ произвольную точку A (чер. 107) принимаютъ за начальный пунктъ; черезъ эту точку проводятъ линію параллельно принятому меридіану и строятъ уголъ NA m равный азимуту линіи AB; отложивъ отъ точки A (по масштабу) длину линіи AB получимъ точку B', соотвѣтственную точкѣ B мѣстности. Проведя черезъ B линію параллельную принятому меридіану, наносятъ при точкѣ B' уголъ N'B'm' равный азимуту линіи BD и на полученной линіи отъ B откладываютъ по масштабу длину линіи BD, отъ чего получится точка H, соотвѣтствующая точкѣ D на мѣстности: потомъ черезъ полученную точку H опять проводятъ параллель къ принятому меридіану и наносятъ уголъ, равный азимуту слѣдующей линіи и такимъ образомъ продолжаютъ до начальнаго пункта.

Но этотъ способъ накладки неудобенъ, потому что очень трудно проводить параллели принятому меридіану, а потому и предпочитаютъ способъ наносить снятую фигуру по угламъ, составляемымъ граничными линіями. Величина этихъ угловъ опредѣляется такъ: пусть снимаемая фигура при обходѣ лежала вправо и градусныя дѣленія буссоли расположены влѣво отъ нуля (предполагая, что глазъ наблюдателя въ центрѣ кольца), тогда величина каждаго внутренняго угла этого многоугольника будетъ равна 180 градусамъ безъ разности азимутовъ линій послѣдующей и предыдущей и дѣйствительно (чер. 107) уголъ A B'H — — 180 — mB'H , а уголъ mB'H — y — x, т. е. азимуту линіи B'H безъ азимута линіи B A'.

Пусть въ журналѣ записано:

азимутъ линіи	AB	— 30°
»	BD	— 95
»	DD'	—224
»	D'E	—134
»	EF	—194
»	FM	—275
»	MA	—337

И такъ:

уголъ A'B'H = 180—(95— 30) = 115
» B'HD'' = 180—(224— 95) = 51
» HD''E' = 180—(134—224) = 180—(—90) = 270
» D''E'F' = 180—(194—134) = 120
» E'F'M' = 180—(275—194) = 99
» F'M'A' = 180—(337—275) = 118.

Получивши внутренніе углы многоугольника накладку производятъ такъ: нанеся при точкѣ A′ линію AB по ея азимуту откладываютъ отъ A′ длину линіи AB; потомъ при точкѣ B строятъ уголъ A′B′m = 115 градусамъ, отложивъ отъ B длину линіи BD, получаемъ точку II, потомъ строятъ при точкѣ II уголъ B′IID′ равный 51 градусу и т. д. Когда накладка периметра будетъ окончена, тогда на A′B′, B′II и т. д. откладываютъ найденныя разстоянія между подошвами перпендикуляровъ; возставивъ изъ полученныхъ точекъ перпендикуляры, откладываютъ на нихъ соотвѣтственныя длины перпендикуляровъ въ натурѣ, отъ чего получимъ рядъ точекъ, по соединеніи которыхъ будемъ имѣть планъ данной криволинейной фигуры.

Примѣчаніе 1. Когда дѣленія на буссолѣ назначены отъ нуля вправо и дача при обходѣ лежала въ правой сторонѣ, тогда величина каждаго внутренняго угла многоугольника будетъ равна 180° безъ разности азимутовъ линій предыдущей и послѣдующей, такъ напримѣръ: азимутъ предшествовавшей — 330 градус., азимутъ послѣдующей равенъ 215 градусамъ, тогда внутренній уголъ будетъ равенъ 180—(330—215) = 180 — 115 = 65°.

Примѣчаніе 2. Если при вычисленіи величина угла получится съ отрицательнымъ знакомъ, то должно эту величину вычесть изъ 360°, такъ напримѣръ уголъ = 180 — (351 27) = 180 — 324 = — 144; въ этомъ случаѣ величина угла будетъ 360 — 144 = 216°. Если по вычисленіи найдемъ уголъ болѣе 360°, то должно отъ полученнаго числа отнять 360°, такъ напримѣръ если взять 180—(15—310) = 180 — (— 295) = 475, то уголъ будетъ равенъ 475—360 = 115°.

§ 40. Несмыкаемость (невязка) фигуръ

По нанесеніи снятыхъ границъ на бумагу всегда происходитъ несмыкаемость или невязка фигуры, т. е. по наложеніи послѣдней линіи конецъ ея не упадетъ въ начальный пунктъ. Длина прямой, соединяющей начальную точку съ послѣднею, называется величиною невязки. Судя по величинѣ этой линіи можно заключить есть ли ошибка въ съемкѣ или нѣтъ.

Несмыкаемость фигуръ, нанесенныхъ помощію простаго транспортира происходитъ отъ того, что точность нанесенія угловъ ограничивается 15 минутами. Такъ напримѣръ: если уголъ измѣренъ въ 50° 5′, то нанесятъ ровно 50°; а если измѣренный уголъ будетъ 50° 10′, то нанесятъ 50° 15′ и кромѣ этого, при сотенномъ масштабѣ тѣ измѣренныя линіи, которыхъ величина равна не точному числу саженъ, а съ частями саженей, такъ напр. съ 1 и съ 1 ½ футами, то эти части отбрасываютъ какъ величину, которую по масштабу нанести нельзя, а въ 2 и въ 2 ½ фута принимаютъ за полсажени; также для линій, имѣющихъ уголъ наклоненія отъ 1° до 3° не вычисляется горизонтальныхъ проложеній.

Всѣ эти неточности скопившись образуютъ невязку фигуры.

Прежде уничтоженія невязки должно изслѣдовать: не происходитъ ли она отъ ошибки въ съемкѣ. для этого число сажень невязки раздѣляютъ на число всѣхъ линій обхода, и если частное не превышаетъ единицы, то такая невязка удостовѣритъ, что ошибокъ въ съемкѣ нѣтъ и фигура можетъ быть увязана. Такъ напримѣръ, если величина невязки 19 сажень, а число всѣхъ линій будетъ 19 или 20, то такую невязку можно увязать. Или величину невязки разлагаютъ на длину всей окружной границы. и если на каждыя 100 сажень будетъ приходиться не болѣе $^1/_2$ сажени, то это послужитъ доказательствомъ, что въ съемкѣ ошибокъ нѣтъ и фигура можетъ быть увязана: въ противномъ случаѣ невязка обнаруживаетъ ошибку въ съемкѣ, и потому съемка должна быть повѣрена.

Предположимъ, что при наложеніи получили невязку въ 15 сажень, а длина всей границы 3000 саженъ; то на каждыя 100 сажень будетъ $^{15}/_{30}$ или $^1/_2$ сажени (ибо $3000 : 100 = 15 : x$, откуда $a = \frac{15 \cdot 100}{3000} = {}^1/_2$.

Для увязыванія фигуръ употребляется пріемъ, называемый «увязка фигуры помощію параллельныхъ линій».

Пусть (чер. 108) при наложеніи дачи оказалась невязка въ 5 сажень, т. е. AF равна 5 саженямъ; длина же всей окружной границы 1000 сажень, слѣдовательно на каждыя 100 саженъ приходится $^1/_2$ сажени. Опредѣливъ эту величину, проводятъ изъ всѣхъ вершинъ угловъ линіи параллельно къ невязкѣ AF, а потомъ приступаютъ къ разчисленію такимъ образомъ:

Поправки.

Длина линіи EF - 209; 1 саж.	И такъ на линіи EF должно отложить 5 —1 = 4 саж.
DE = 239; $1^1/_2$ »	на Dp—, 4 —$1^1/_2$ = $2^1/_2$ »
HD = 190; 1 »	на Hh—, $2^1/_2$—1 = $1^1/_2$ »
HE = 224; $1^1/_4$ »	на hE—, $1^1/_2$—$1^1/_4$ = $^1/_4$ »

Отложивъ на линіи EF по масштабу отъ точки E, 4 сажени получимъ точку *k*, которую и соединимъ съ A; на линіи *Dp* отъ D откладываютъ $2^1/_2$ сажени и точку M соединяемъ съ *k*. На линіи *Hh* отъ H откладываютъ $1^1/_2$ сажени и точку N соединяютъ съ M; а на линіи *Bb* отъ B откладываютъ $^1/_4$ сажени и точку *n* соединяютъ съ N и A, отъ чего получится сомкнутая фигура A*k*MN*n*.

Примѣчаніе. Есть еще слѣдующіе пріемы увязки: пусть наложенная фигура (чер. 109) ABCDEFK не сомкнулась и линія AK выражаетъ величину невязки. Для того, чтобы увязать эту фигуру, дѣ-

лятъ линію AK на столько равныхъ частей, сколько всѣхъ сторонъ въ многоугольникѣ; слѣдовательно на шесть частей, потомъ избираютъ точку противоположную линіи AK, напримѣръ E и сосчитавъ число сторонъ въ части многоугольника ABCDE оттѣляютъ отъ A столько же частей и полученную черезъ это точку H соединяютъ съ точкою E, также точку E соединяютъ съ точками A и K. Потомъ изъ точекъ B, C и D опускаютъ перпендикуляры Ba, Ca', Da'' на линію AE и изъ полученныхъ точекъ a, a' и a'' проводятъ параллели къ линіи AH до пересѣченія ихъ съ линіею HE, отъ чего получатся точки b, b', b''. Изъ полученныхъ точекъ b, b' и b'' возставляютъ перпендикуляры къ линіи EH и на перпендикулярѣ bm откладываютъ величину aB и точку B' соединяютъ съ H; потомъ на перпендикулярѣ $b'm'$ откладываютъ величину Ca' и точку C' соединяютъ съ B; а на перпендикулярѣ $b''m''$ откладываютъ величину Da'' и тогда D' соединяютъ съ C' и съ E. Точно также увязываютъ и другую половину. Для большей точности при уничтоженіи невязки должно на перпендикулярахъ bm, $b'm'$ и прочихъ откладывать величину четвертую пропорціональную даннымъ тремъ линіямъ AE и HE и соотвѣтственному перпендикуляру; а чтобы находить эту величину, то строятъ треугольникъ A E'H' (чер. 110) совершенно равный треугольнику AEH, взявъ длину перпендикуляра aB откладываютъ его величину отъ точки E по линіи A E' изъ полученной точки n проводятъ параллель къ A'H', черезъ что получится линія $n'E$ четвертая пропорціональная, взявъ ея величину откладываютъ на перпендикулярѣ bm; потомъ также находятъ соотвѣтственныя величины и для прочихъ перпендикуляровъ, отложивъ ихъ, полученныя точки соединяютъ такъ H съ B', B' съ C и т. д.

При опредѣленіи четвертой пропорціональной величины для перпендикуляровъ другой половины многоугольника, строятъ треугольникъ равный треугольнику HEK а искомыя длины находятъ точно такъ же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ.

Но до сихъ поръ мы разсматривали случай, когда конецъ послѣдней линіи не доходитъ до начальной точки. Если же случится, что послѣдняя линія будетъ пересѣкать первую линію, какъ это представлено на чертежѣ 111; то въ этомъ случаѣ всѣ дѣйствія увязки фигуры дѣлаются одинаково какъ и въ предыдущемъ случаѣ, вся разница состоитъ въ томъ, что перпендикуляры изъ вершинъ угловъ проводятся на дальнюю діагональ, т. е. изъ вершинъ B и C на діагональ DA, а изъ вершинъ E, F и K на діагональ DH.

§ 41. Когда буссоли могутъ быть употреблены съ особою пользою.

Буссоль съ діоптрами можетъ быть употреблена съ особою пользою, когда окружныя границы мѣстности уже сняты и нанесены на планъ и требуется наскоро назначить внутреннія контуры.

Всѣ вообще буссоли очень полезны при глазомѣрной съемкѣ, гдѣ не требуютъ строгой точности. Напротивъ, при точныхъ съемкахъ буссоль можетъ служить только вспомогательнымъ инструментомъ.

ГЛАВА VIII.

АСТРОЛЯБІЯ.

Астролябія есть снарядъ, употребляемый при Геодезической съемкѣ для непосредственнаго измѣренія угловъ между предметами.

Главныя части каждой астролябіи суть: лимбъ, алидада съ буссолью, діоптры, штативъ и треножникъ.

§ 42. Астролябія на баксѣ.

а) Устройство (чер. 112).

Астролябія на баксѣ состоитъ изъ лимба AA, т. е. плоскаго мѣднаго круга, соединеннаго съ своимъ центромъ шестью радіусами, сдѣланными съ нимъ изъ одного куска металла, (*) верхняя поверхность круга раздѣляется: или на 360 градусовъ, или на 720 полуградусовъ. Градусная подпись располагается отъ нуля влѣво, (предполагая глазъ наблюдателя въ центрѣ), до цѣлой окружности.

Къ лимбу винтами *aa* прикрѣпляются два діоптра BB, называемые неподвижными, они располагаются такъ, чтобы коллимаціонная плоскость ихъ проходила черезъ діаметръ соединяющій дѣленія 0 и 180. Снизу лимба противъ его центра винтами *bb* прикрѣпляется трубка DD. Трубка эта надѣвается на усѣченный конусъ E, сжимается винтомъ F; конусъ E стержнемъ H соединяется съ шарикомъ K. Шарикъ K обхватывается щечками баксы *ffff*, сквозь которыя проходитъ винтъ MM. Щечки баксы винтомъ MM и стержнемъ *mm* соединяются съ трубкою *hhhh*; эта трубка надѣвается на усѣченный конусъ N, прикрѣпленный къ треножнику и

(*) Это дѣлается для того, что при расширеніи металла положеніе центра лимба оставалось бы постояннымъ

сжимается винтомъ p. Въ центрѣ лимба проходитъ ось n, имѣющая форму усѣченнаго конуса, на которую надѣвается кольцо rr, и закрѣпляется винтомъ x; помощію винтовъ yy ось эта привинчивается къ линейкѣ A′A′ которая называется алидадою. Къ срединѣ алидады прикрѣпляется компасъ B′B′, т. е. мѣдная цилиндрическая коробка, имѣющая внутри высеребренное кольцо $a'a'$, раздѣленное на градусы и градусная подпись на этомъ кольцѣ расположена такъ: при концахъ одного діаметра подписаны нули и отъ нихъ идетъ подпись въ обѣ стороны до 90 градусовъ.

Въ центрѣ кольца буссоли (на днѣ буссоли) устроенъ конусообразный шпиль b', на который вѣшается магнитная стрѣлка $f'f'$. Компасъ закрывается стекломъ $h'h'$, а сверхъ стекла надѣвается крышка $m'm'$.

Въ нѣкоторыхъ астролябіяхъ къ дну компаса прикрѣпляется уровень.

Къ алидадѣ винтами D′D прикрѣпляются два діоптра E′E′, называемые подвижными. Они располагаются такъ, чтобы коллимаціонная плоскость ихъ проходила черезъ діаметръ кольца, соединяющій дѣленія означенныя нулями.

Концы алидады дѣлаются дугообразными. (имѣющими радіусъ немного болѣе внутренняго радіуса лимба) и на одной изъ этихъ дугъ назначается черта, называемая показателемъ: а на другой располагается нонiусъ такъ, что когда коллимаціонныя плоскости подвижныхъ и неподвижныхъ діоптровъ будутъ совмѣщены, то черта показателя и черта нонiуса, означенная нулемъ должны сливаться съ діаметромъ, проходящимъ черезъ дѣленія лимба означенныя нулемъ и 180 градусами.

При такихъ астролябіяхъ нонiусъ обыкновенно дѣлается съ точностію до 5 минутъ. (Подробное описаніе устройства нонiуса въ § 6-мъ).

Подъ стрѣлку кладется пластинка F′, помощію которой стрѣлку прижимаютъ къ стеклу (во время перепоски инструмента и тѣмъ предохраняютъ шпиль).

§ 43. Астролябія съ микрометреннымъ движеніемъ.

а) Устройство (чер. 113).

Лимбъ, алидада и компасъ совершенно одинаковаго устройства какъ и въ астролябіи на бакѣ, лимбъ и алидада соединяются между собою слѣдующимъ образомъ: къ углубленію пустаго цилиндра aa, винтами bb привинчивается мѣдный кружекъ f съ осью h, которая состоитъ изъ усѣченныхъ конусовъ. На эту ось надѣвается лимбъ AA и плотно обхватывается кольцомъ BB, которое сжимаясь винтомъ D, прекращаетъ движеніе лимба около вертикальной оси и потому винтъ D называется нажимательнымъ; на ту же, ось h надѣвается алидада FF, сверху накладывается кольцо $b\ b'$ и завинчивается гайкою $f'f'$, сверху этого кольца

ввинчивается къ ось шпиль, на который и вѣшается стрѣлка. Въ цилиндрѣ *caaa* помѣщается шарикъ H, сверхъ котораго накладывается деревянный кружекъ, а сверхъ кружка небольшая пружина. Шарикъ H оканчивается стержнемъ K. Стержень K проходитъ въ отверстіе треножника MM и помощію становаго винта N астролябія прикрѣпляется къ треножнику.

Къ цилиндру *aa* придѣланы три вѣтви R,R,R, сквозь которыя проходятъ подъемные винты P,P,P.

На одной изъ вѣтвей сдѣлана скобка *r*, а къ кольцу BB придѣланъ рычагъ *y* тоже со скобкою, черезъ эти скобки проходитъ микрометренный винтъ *t*, служащій для сообщенія медленнаго движенія лимбу, когда онъ будетъ закрѣпленъ винтомъ D.

По лимбу движутся клещи A' которыя по желанію можно закрѣпить винтомъ B', черезъ эти клещи и черезъ скобку рычага F', придѣланнаго къ алидадѣ пропускается винтъ *u*, называемый микрометреннымъ. Назначеніе его состоитъ въ томъ, чтобы сообщать медленное движеніе алидадѣ.

На днѣ компаса прикрѣпленъ уровень, а подъ стрѣлкою положена пластинка, одинъ конецъ которой выходитъ наружу и винтомъ прижимается къ рычагу F'.

Треножникъ этой астролябіи состоитъ изъ деревяннаго круга MM, въ отверстіе котораго проходятъ болты *o* , соединенные съ ножками *o* и закрѣпляющіеся гайками O''.

Астролябія на бакселѣ имѣетъ то преимущество передъ астролябіею съ микрометреннымъ движеніемъ, что помощію ея можно измѣрять вертикальные углы; (о чемъ будетъ говорено ниже); а между тѣмъ имѣетъ и тотъ недостатокъ, что астролябія съ микрометреннымъ движеніемъ приводится въ горизонтальное положеніе подъемными винтами P,P,P, которыхъ въ астролябіи на бакселѣ нѣтъ.

Плоскость лимба приводится въ горизонтальное положеніе такимъ образомъ: если астролябія съ подъемными винтами, то алидадѣ даютъ такое положеніе, чтобы уровень проходилъ черезъ два подъемные винта и дѣйствуютъ ими въ разныя стороны до тѣхъ поръ, пока пузырекъ уровня будетъ на срединѣ, потомъ поворачиваютъ алидаду такъ, чтобы уровень сталъ по направленію третьяго подъемнаго винта и, дѣйствуя имъ, опять приводятъ пузырекъ уровня на средину, тогда и вся плоскость лимба будетъ горизонтальна.

Если астролябія на бакселѣ и имѣетъ уровень, то лимбъ ея приводится въ горизонтальное положеніе такъ: ослабивъ немного нажимательный винтъ бакеы, движеніемъ лимба приводятъ пузырекъ уровня на средину, поворотивъ алидаду на $^1/_4$ круга, снова движеніемъ лимба приводятъ пузырекъ уровня на средину,—тогда закрѣпляютъ нажимательный винтъ и плоскость лимба будетъ приблизительно горизонтальна.

Если же уровня нѣтъ, то лимбъ приводится въ горизонтальное положеніе такъ: ослабивъ нажимательный винтъ бабсы, ставятъ лимбъ такъ, чтобы стрѣлка двигалась въ плоскости кольца буссоли, тогда закрѣпивъ винтъ лимбъ будетъ приблизительно горизонталенъ.

b) Изслѣдованіе астролябіи.

Предъ употребленіемъ астролябію должно изслѣдовать:

1) Вѣрно ли раздѣленъ лимбъ?

2) Свободно ли движется алидада, т. е. съ движеніемъ ея не увлекается ли лимбъ?

3) Опредѣлить степень точности нонiуса?

4) Ось уровня параллельна ли съ плоскостью лимба?

5) Перпендикулярныли коллимаціонныя плоскости діоптровъ подвижныхъ и неподвижныхъ къ плоскости лимба?

6) Коллимаціонная плоскость подвижныхъ діоптровъ проходитъ ли черезъ діаметръ кольца соединяющій дѣленія, означенныя нулемъ и проходитъ ли коллимаціонная плоскость неподвижныхъ діоптровъ черезъ діаметръ лимба, соединяющій нуль съ 180 градусами?

7) При совмѣщеніи коллимаціонной плоскости подвижныхъ діоптровъ съ коллимаціонною плоскостію неподвижныхъ, будетъ ли нуль нонiуса совпадать съ нулемъ лимба?

8) Вращается ли алидада въ центрѣ лимба?

9) Нѣтъ ли желѣза въ мѣди, изъ которой сдѣланъ инструментъ?

10) Остръ ли шпиль, на которомъ движется магнитная стрѣлка?

11) Вѣрно ли назначены дѣленія на кольцѣ буссоли?

12) Въ центрѣ ли кольца утверждёнъ шпиль?

1) Вѣрность дѣленія лимба изслѣдуется такъ: устанавливаютъ: крайнюю черту нонiуса на нуль лимба и смотрятъ, совпадаетъ ли другая крайняя черта нонiуса съ дѣленіемъ лимба, (что непремѣнно должно выполняться, потому что для составленія нонiуса берется извѣстное число цѣлыхъ дѣленій лимба), потомъ передвигаютъ первую черту нонiуса черезъ одно дѣленіе лимба и опять смотрятъ, совпадаетъ ли другая крайняя черта нонiуса съ дѣленіемъ лимба и такимъ образомъ изслѣдуютъ всю окружность, передвигая постоянно первую черту нонiуса черезъ одно дѣленіе лимба. Если при этомъ во все время вторая крайняя черта нонiуса будетъ совпадать съ дѣленіемъ лимба, то это будетъ значить, что лимбъ раздѣленъ вѣрно; въ противномъ случаѣ невѣрныя дѣленія должно замѣтить и при измѣреніи угловъ ихъ избѣгать. Такъ напримѣръ: пусть при изслѣдованіи нашли, что дѣленія лимба отъ 15 до 22 градусовъ назначены невѣрно, то при измѣреніи угловъ, которыхъ величина болѣе 15 и менѣе 22 градусовъ, должно поступать такъ: поставить нуль нонiуса

на вѣрное дѣленіе лимба, такъ напримѣръ на 25 и потомъ подвижные діоптры движеніемъ лимба направить на одинъ изъ данныхъ предметовъ; послѣ закрѣпивъ лимбъ, направить ихъ на другой данный предметъ и отечитать по ноніусу градусы, напримѣръ n градусовъ; очевидно, что измѣренный уголъ будетъ n градусовъ безъ 25.

2) Свободно ли движется алидада, т. е. при движеніи не увлекаетъ ли она за собою лимбъ. Для этого направляютъ неподвижные діоптры на какой нибудь предметъ и закрѣпивъ лимбъ, проводятъ алидаду по лимбу такъ, чтобы нуль ноніуса прошелъ цѣлую окружность, потомъ опять смотрятъ черезъ неподвижные діоптры, и если волосокъ покрываетъ прежде замѣченную точку, то движеніе хорошо; въ противномъ случаѣ на ось вращенія алидады должно подпустить масла и при томъ, если астролябія на бакенѣ, то ослабить винтъ x (чер. 112) внутри трубки DD, а если астролябія съ микрометреннымъ движеніемъ, то не много ослабить шпиль подъ стрѣлкою.

3) Для опредѣленія степени точности ноніуса должно поставить алидаду такъ, чтобы крайнія черты ноніуса совпадали съ дѣленіями лимба, и сосчитавъ число дѣленій дуги лимба между крайними чертами ноніуса, а также и число частей ноніуса: раздѣлить градусную величину одного дѣленія лимба на число частей ноніуса; полученное частное выразить степень точности ноніуса; такъ напримѣръ: въ дугѣ лимба 11 частей, а въ дугѣ ноніуса 12 частей и часть лимба равна градусу, то точность ноніуса, или разность между частію лимба и частію ноніуса будетъ $\frac{60'}{12} = 5'$.

Пусть въ дугѣ лимба 13 частей, а въ дугѣ ноніуса 12, то разность между частію ноніуса и частію лимба будетъ $= \frac{60'}{12} = 5'$.

4) Чтобы изслѣдовать параллельна ли ось уровня съ плоскостію лимба, то поступаютъ такъ: приведя пузырекъ уровня на средину и замѣтя показаніе на лимбѣ, повертываютъ алидаду ровно на 180° и если при этомъ пузырекъ уровня будетъ на срединѣ, то ось уровня параллельна съ плоскостію лимба: въ противномъ случаѣ нужно конецъ уровня помощію винта f (чер. 114) приблизить или отдалить отъ лимба, такъ чтобы пузырекъ перешелъ на половину той дуги, на которую онъ отошелъ отъ средины и потомъ повторить описанный пріемъ еще разъ или два.

5) Перпендикулярны ли коллимаціонныя плоскости подвижныхъ и не подвижныхъ діоптровъ къ плоскости лимба?

Для этого вѣшаютъ нить съ грузомъ на концѣ и приведя плоскость лимба въ положеніе горизонтальное, смотрятъ черезъ неподвижные діоптры, покрываютъ ли волоски эту нить, если покрываютъ, то коллимаціонная плоскость, неподвижныхъ діоптровъ перпендикулярна къ плоскости лимба, если же нѣтъ, то подъ одинъ край діоптра должно подложить

фольги столько, чтобы весь волосокъ покрывалъ повѣшенную нить; или сторону прилегающую къ лимбу немного сточить подпилкомъ.

Точно также изслѣдуютъ и подвижные діоптры (*).

6) Проходитъ ли коллимаціонная плоскость неподвижныхъ діоптровъ черезъ діаметръ, соединяющій дѣленія 0 и 180° и проходитъ ли коллимаціонная плоскость подвижныхъ діоптровъ черезъ діаметръ, соединяющій нулевыя черты кольца буссоли. Для изслѣдованія этого поступаютъ точно такъ же, какъ производилось таковое же изслѣдованіе при буссолѣ (смот. § 30).

7) При совмѣщеніи коллимаціонной плоскости подвижныхъ діоптровъ съ коллимаціонною плоскостью неподвижныхъ, будетъ ли нуль поніуса совпадать съ нулемъ лимба? Для этого поступаютъ такъ (чер. 115) избираютъ на мѣстности какой нибудь уголъ, напримѣръ ABD и измѣряютъ его два раза, сначала направляя неподвижные діоптры на предметъ, напримѣръ A, а подвижные діоптры на предметъ D, потомъ направляя неподвижные діоптры на предметъ D, а подвижные на предметъ A и если сумма обѣихъ отсчитываній равна 360, то нулевыя черты сопадаютъ, если болѣе 360, то нулевая черта поніуса отклоняется по дѣленію; въ противномъ случаѣ противъ дѣленія (если дѣленія лимба идутъ отъ нуля влѣво и будетъ обратно если вправо); напримѣръ пусть сумма отсчетовъ есть $360^{\circ}+a$, то нулевая черта поніуса отклонится по дѣленію на $\frac{a'}{2}$. Пусть, сумма отсчетовъ будетъ $360-a'$, то нулевая черта поніуса отклоняется противъ дѣленія на $\frac{a'}{2}$. Погрѣшность эта вводится въ исправленіе угловъ такъ: если нулевая черта поніуса отойдетъ отъ нуля лимба по дѣленію, напримѣръ, на дугу $=a$ минутамъ, то при измѣреніи угловъ изъ полученнаго числа градусовъ должно отнимать это число минутъ, въ противномъ случаѣ придавать.

8) Вращается ли алидада въ центрѣ лимба? Для этого должно ставить черту поніуса, означенную нулемъ на какую нибудь черту лимба и смотрѣть, сливается ли черта показателя съ чертою лимба діаметрально противоположнаго той, на которую поставлена нулевая черта поніуса. Если сдѣлавши это на 5 или на 6 мѣстахъ лимба, будемъ находить, что эти условія выполняются, то алидада движится въ центрѣ лимба; въ противномъ случаѣ должно дѣлать отсчитыванія по поніусу и по показателю и брать изъ этихъ отсчетовъ среднюю, на томъ основаніи, что тогда вершина угла будетъ лежать между центромъ и окружностію; а мы знаемъ, что такой уголъ измѣряется полусуммою дугъ, заключенныхъ между его сторонами.

(*) Примѣчаніе. Подкладку фольги можно дѣлать въ томъ случаѣ когда нѣтъ никакихъ инструментовъ, которыми бы можно было поднимать діоптръ.

Повѣрка: 9, 10, 11 и 12 дѣлаются точно такъ же, какъ это было описано при подобныхъ изслѣдованіяхъ буссоли съ діоптрами (смот. § 30).

Повѣрка 11-я можетъ быть произведена еще и такимъ образомъ: ставятъ черту нонiуса, означенную нулемъ на какое нибудь дѣленіе лимба и движеніемъ лимба подводятъ дѣленія кольца, означенныя нулемъ къ концамъ стдѣлки, потомъ передвигаютъ постепенно черту нонiуса черезъ одинъ градусъ и если стрѣлка будетъ показывать дѣленія тоже черезъ градусъ, то кольцо раздѣлено вѣрно.

§ 44. Астролябія съ зрительною трубою.

а) **Устройство** (чер. 116).

Лимбъ AA, алидада BB и компасъ имѣютъ тоже устройство, какъ и въ прежде описанныхъ астролябіяхъ.

Лимбъ раздѣляется на полуградусы и градусная подпись располагается отъ нуля влѣво (предполагая глазъ наблюдателя въ центрѣ лимба). На діаметрально противуположныхъ концахъ алидады устроены два нонiуса, съ точностію до одной минуты. Подпись располагается по направленію градусной подписи лимба.

Примѣчаніе. Въ нѣкоторыхъ астролябіяхъ нонiусъ расположенъ въ обѣ стороны отъ нулевой черты и тогда отсчеты минутъ отъ 0′ до 15′ производятся по дѣленію лимба, а отъ 15 до 30′ противу дѣленій. Для большей точности отсчитыванія кромѣ потребнаго числа дѣленій назначаются еще дѣленія вправо и влѣво отъ крайнихъ штриховъ нонiуса.

Лимбъ соединяется съ алидадою и съ штативомъ такъ: пустая втулка *aaaa*, винтами *bb* привинчивается къ лимбу AA, потомъ накладывается алидада BB, сверхъ которой кладется пластинка *hh* и привинчивается къ втулкѣ *aaa* винтами *ff*. Потомъ накладывается круглая пластинка *mm* и привинчивается къ алидадѣ винтоми *nn*, сверхъ этой пластинки накладывается кольцо DD съ градусными дѣленіями и привинчивается винтами *m′m′*.

Втулка *aa* надѣвается на усѣченный конусъ F и помощію винта E прекращаетъ движеніе лимба около вертикальной оси, снизу конуса прикрѣпленъ стержень FF″, имѣющій въ срединѣ яблоко F′; яблоко F′ и нижній стержень F″ помѣщаются въ особой трубкѣ *kkkk*, которая сверху закрывается закругленною пластинкою HH привинченною винтами *ll* къ трубкѣ *kk*. Въ трубку *kkkk* проходятъ винты *pppp* упирающіеся въ стержень F″ и посредствомъ ихъ лимбъ приводится въ горизонтальное положеніе. Трубка *kk* надѣвается на цилиндръ L, отъ под-

ножія которыя стержень N проходитъ сквозь кругъ RR трипожника и крѣпко привинчивается гайкою OO. Винтомъ M весь инструментъ прикрѣпляется къ трипожнику. Сквозь кругъ трипожника пропускаются болты S, S, S, отъ ножекъ T,T,T. которые и закрѣпляются гайками *t*, *t*, *t*.

Зрительная трубка соединяется съ инструментомъ такъ: къ кольцу A A винтами D′D прикрѣпляются подставки B B′ въ гнѣзда которыхъ вкладывается горизонтальная ось вращенія зрительной трубы H′H″ и накрывается сверху закруглепными пластинками *a a* которыя и привинчиваются къ подставкамъ винтами *b b*′. Кольцо A′A′ надѣвается на компасъ не касаясь до него и прикрѣпляется къ алидадѣ BB тѣми винтами ZZ, которыми привинчиваются къ алидадѣ подвижные діоптры.

Въ окулярномъ колѣнѣ H′ помѣщается сѣтка съ нитями, которая соединяется съ кольцомъ K K , винты *x*, *x*, служатъ для передвиженія волосковъ. Окулярное колѣно передвигается посредствомъ шестерни и винта M′; къ одному концу горизонтальной оси трубы вращенія прикрѣпляется секторъ N N′, служащій для измѣренія угловъ наклоненія. Дуга сектора раздѣляется на градусы и полуградусы и нуль подписывается по срединѣ дуги, отъ него располагается подпись въ обѣ стороны. Отсчитыванія на дугѣ сектора производятся по нонiусу *o*′*o*′, закрѣпленному при подставкѣ. Нуль на нонiусѣ подписывается по срединѣ дуги и подпись располагается отъ нуля въ обѣ стороны. Точность нонiуса равна 1 минутѣ.

Примѣчаніе. Иногда при алидадѣ устроивается микрометренное движеніе, подобно тому, какъ въ астролябіи представленной на чертежѣ 113.

Лимбъ такой астролябіи приводится въ горизонтальное положеніе посредствомъ подъемныхъ винтовъ P,P,P,P такъ: если при инструментѣ имѣются только три подъемные винта, то ослабляя одинъ изъ нихъ, надобно въ тоже время закрѣплять остальные два, или на оборотъ, ослабляя вдругъ два винта, надобно закрѣплять противуположный имъ третій; если же при инструментѣ имѣются четыре подъемные винта, какъ представлено на чертежѣ 116, то надобно дѣйствовать одновременно двумя винтами противуположными. При чемъ всегда должно быть, чтобы всѣ подъемные винты плотно упирались концами своими въ стержень F″.

b) Изслѣдованія.

Кромѣ тѣхъ изслѣдованій, которыя описаны въ предшествующемъ параграфѣ, должно произвести еще слѣдующія изслѣдованія:

1) Описываетъ ли оптическая ось трубы плоскость перпендикулярную къ плоскости лимба: для выполненія этого: a) оптическая ось трубы

должна быть перпендикулярна къ ея горизонтальной оси вращенія и b) горизонтальная ось вращенія трубы должна быть параллельна къ плоскости лимба:

a) Чтобы изслѣдовать перпендикулярность оптической оси трубы къ ея оси вращенія, то поступаютъ такъ: направивъ пересѣченіе нитей трубы на какую нибудь весьма отдаленную точку дѣлаютъ отсчетъ на лимбѣ по обоимъ нонІусамъ, потомъ поворачиваютъ алидаду около вертикальной оси точно на 180°; а трубу поворачиваютъ около своей горизонтальной оси такъ, чтобы объективное стекло было обращено къ замѣченной точкѣ(*), и если пересѣченіе нитей покроетъ ту же точку, то условіе выполнено; въ противномъ случаѣ уголъ составляемый оптическою осью трубы съ направленіемъ на предметъ будетъ представлять собою двойную коллимаціонную погрѣшность трубы и для уничтоженія ея должно передвинуть вертикальную нить сѣтки винтами xx на половину разстоянія между замѣченною точкою и начальною и потомъ повторять этотъ пріемъ до тѣхъ поръ, пока условіе будетъ выполнятся. Но такъ какъ отсчеты по лимбу производятся съ точностію до минуты, слѣдовательно окончательно коллимаціонную ошибку на инструментѣ уничтожить нельзя, и оставшаяся небольшая ошибка уничтожается уже при измѣреніи угловъ.

b) Для изслѣдованія параллельности горизонтальной оси вращенія трубы съ плоскостію лимба поступаютъ такъ: направляютъ трубу на какую нибудь высокую точку близкаго предмета, напримѣръ на крестъ колокольни и потомъ не трогая алидады понижаютъ трубку, при чемъ замѣчаютъ на томъ же предметѣ точку, покрываемую пересѣченіемъ нитей, потомъ повернувъ алидаду около вертикальной оси на 180° и переведя трубу черезъ зенитъ, снова направляютъ пересѣченіе нитей на ту же высокую точку и если понизивъ трубу пересѣченіе нитей покроетъ замѣченную нижнюю точку, то условіе выполнено, но если нѣтъ, то это значитъ, что ось вращенія трубы наклонена, тогда погрѣшность должно уничтожить, подложивъ подъ нижній конецъ горизонтальной оси фольги столько, чтобы пересѣченіе нитей заняло средину между замѣченными нижними точками.

2) Плоскость, описываемая оптическою осью трубы должна совмѣщаться съ плоскостью подвижныхъ діоптровъ. Для изслѣдованія этого при горизонтальномъ положеніи лимба наводятъ неподвижные діоптры на одинъ предметъ, а подвижные на другой и дѣлаютъ отсчетъ по нонІусамъ. Потомъ замѣняютъ подвижные діоптры зрительною трубою, и убѣдившись черезъ неподвижные діоптры, что лимбъ не сдвинулся съ мѣста, направляютъ пересѣченіе нитей трубы на тотъ же самый предметъ и дѣлаютъ отсчеты по нонІусамъ, если полученный отсчетъ на лимбѣ будетъ одинаковъ съ прежнимъ, то условіе выполнено; въ про-

---

(*) Примѣчаніе. Такое дѣйствіе называется переведеніемъ трубы черезъ зенитъ.

тивномъ случаѣ разность обоихъ отсчетовъ выразитъ величину угла, составляемаго коллимаціонными плоскостями трубы и подвижныхъ діоптровъ.

Такъ какъ изслѣдованіе это должно происходить только въ томъ случаѣ, когда будутъ измѣряться румбическіе углы, помощію трубы и помощію подвижныхъ діоптровъ, то величина угла, составленнаго коллимаціонными плоскостями трубы и діоптровъ, если она не будетъ превышать 15 минутъ можетъ быть не вводима поправкою, потому что она менѣе точности измѣренія румбическихъ угловъ. Если уголъ этотъ будетъ болѣе $^1/_4$ градуса, то румбическіе углы должно перечислять, принимая ту изъ плоскостей за постоянную, которая проходитъ черезъ діаметръ соединяющій нули градусной подписи кольца буссоли.

Самое перечисленіе дѣлается такъ: пусть коллимаціонная плоскость трубы проходитъ черезъ діаметръ, и пусть коллимаціонная плоскость подвижныхъ діоптровъ уклоняется отъ коллимаціонной плоскости трубы вправо на величину m минутъ, тогда эту величину къ румбамъ NO и SW придавать, а отъ румбовъ NW и SO отнимать. Разсмотримъ это: пусть (чер. 117) ab есть стрѣлка, AB діаметръ, соединяющій нули, а ED коллимаціонная плоскость подвижныхъ діоптровъ; предположимъ, что черезъ діоптры направлено на предметъ F, тогда румбъ линіи HF будетъ NO равный углу aHF, между тѣмъ отсчитаемъ уголъ AHa для опредѣленія угла FHa должно къ углу AHa придать m.

На оборотъ: еслибы коллимаціонная плоскость подвижныхъ діоптровъ уклонилась влѣво, то отъ румбовъ NO и SW нужно бы было отнимать, а къ румбамъ NW и SO придавать.

Точно также должно поступать и въ томъ случаѣ, если коллимаціонная плоскость трубы уклонится отъ коллимаціонной плоскости діоптровъ, когда эта послѣдняя будетъ совпадать съ діаметромъ, соединяющимъ дѣленія кольца буссоли означенныя нулями.

3) Изслѣдовать, имѣетъ ли уровень параллельный діаметру соединяющему нули буссоли, достаточную чувствительность. Для этого направляютъ трубу на какой нибудь предметъ при горизонтальномъ положеніи лимба, потомъ уставляютъ точно пузырекъ, испытуемаго уровня, на средину и замѣчаютъ точку покрытую пересѣченіемъ нитей сѣтки, потомъ сдвинувъ подъемными винтами пузырекъ съ средины трубки снова устанавливаютъ его точно на средину и удостовѣряются покрываетъ ли при этомъ пересѣченіе нитей ту же точку, повторивъ этотъ пріемъ нѣсколько разъ и если постоянно пересѣченіе нитей будетъ покрывать ту же точку, то уровень имѣетъ достаточную чувствительность.

4) При совпаденіи нуля сектора съ нулемъ верньера оптическая ось трубы должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія лимба. Это изслѣдованіе дѣлается такъ:

На покатой мѣстности избираютъ двѣ точки A и B (чер. 118), на разстояніи другъ отъ друга около 50 сажень и въ эти точки вбиваютъ колья

на равнѣ съ поверхностію земли. Надъ одной изъ данныхъ точекъ, напримѣръ надъ A ставятъ астролябію такъ чтобы окуляръ трубы былъ отвѣсно надъ A, а въ точку B ставятъ рейку *) въ отвѣсномъ положеніи. Приведя лимбъ астролябіи въ горизонтальное положеніе, приводятъ нулевую черту сектора въ совпаденіе съ нулевою чертою поніуса и смотря въ трубу на рейку, замѣчаютъ какое дѣленіе рейки покроется пересѣченіемъ нитей. При этомъ если бы оптическая ось трубы была перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія лимба, то она была бы горизонтальна и мы замѣтили бы на рейкѣ, напримѣръ точку D; но предположимъ, что оптическая ось не горизонтальна, отъ чего мы замѣтимъ на рейкѣ не точку D, но какую-то точку K. Измѣривъ разстояніе отъ точки A до центра окуляра будемъ имѣть величину линіи AF. Вообразимъ изъ точки B горизонтальную линію BH видимъ, что величина AH выражаетъ на сколько точка A ниже B. Величина же AH равна AF—BD, или $=AF-(BK+x)$, или $AH=AF-BK-x$. Потомъ ставятъ астролябію въ точку B, а рейку въ A (чер. 119) и дѣлаютъ такой же пріемъ, отъ чего получимъ, что $AH=AK'+x-F'B$, такъ какъ AH есть одна и таже величина, слѣдовательно $AF-BK-x=AK'+x-F'B$, откуда $AF-BK-AK'+F'B=2x$, или $2x=AF+F'B-(KB+AK')$: $x=\frac{AF+F'B'}{2}-\frac{BK+AK'}{2}$.

Если по вычисленіи получится результатъ нуль, то это обозначитъ, что при совпаденіи нулевой черты сектора съ нулевою чертою поніуса оптическая ось трубы будетъ перпендикулярна къ оси вращенія лимба, если x, будетъ величина положительная, то должно къ высотѣ рейки AK' придать x направить наполученную точку пересѣченіе волосковъ и ослабивъ винтики yy (чер. 116) привести нуль поніуса въ совпаденіе съ нулемъ сектора, а если x будетъ величина отрицательная, то должно отнять отъ высоты рейки AK величину x и поступать какъ выше описано.

Въ случаѣ если поніусъ будетъ утвержденъ наглухо, то исправленіе нужно сдѣлать передвиженіемъ горизонтальной нити сѣтки такъ, если x величина положительная, то должно отложить ее на рейкѣ отъ K' (чер. 119) и поставить нить винтами (xx) такъ, чтобы пересѣчніе нитей покрывало точку D'; въ противномъ случаѣ, должно величину x отложить по рейкѣ въ низъ отъ замѣченной точки и передвинуть горизонтальную нить сѣтки на столько, чтобы пересѣченіе нитей покрыло замѣченную точку. Это изслѣдованіе можно сдѣлать и такъ (чер. 120) ставъ съ астролябіею въ точку b приводятъ лимбъ въ горизонтальное положеніе, потомъ ставятъ нуль поніуса на нуль сектора и измѣряютъ отъ земли до окуляра, т. е. ab, поставя колъ $a'b'$ равный ab направляютъ на точку a', и если бы при совпаденіи нулей оптическая ось была горизонтальна, то сосчитали бы уголъ x, по сектору, но пусть ось уклоняется, тогда сосчитаемъ уголъ y. Ставъ съ инструментомъ въ b и измѣривъ отъ земли

*) Рейкою называется брусъ, раздѣленный на футы и сотыя доли фута.

до окуляра. т. е. $b'm$ ставятъ въ b коль bm' равный $b'm$, направя на точку m сосчитаемъ уголъ не x' а y'; разсматривая чертежъ видимъ, что уголъ $x=y-u$; а $x'=y'+u$, но x и x' есть одинъ и тотъ же уголъ наклоненія; слѣдовательно $y-u=y'+u$; $y-y'=2u$; $u=\frac{y-y'}{2}$

и такъ если u положительно, значитъ нуль поніуса отклоняется къ окуляру, въ противномъ случаѣ къ объективу; что и можно исправить передвиженіемъ поніуса или сѣтки.

§ 45. Пантометръ.

Пантометръ есть тотъ снарядъ, который представляетъ соединеніе цилиндрическаго эккера и буссоли съ трубою.

а) Устройство. (чер. 121).

Обыкновенная зрительная труба AA обхватывается широкимъ кольцемъ $A'A'$ придѣланнымъ къ цапфамъ bb.

Цапфы, вкладываются въ гнѣзда подставокъ BB и служатъ осью вращенія трубы.

Винтъ D, будучи завинченъ прекращаетъ движеніе трубы.

Для визированія, въ маломъ колѣнѣ трубы помѣщается сѣтка съ крестообразно натянутыми волосками.

Сѣтка соединяется съ кольцомъ aa, помощію котораго можетъ передвигаться.

На одну изъ цапфъ надѣвается кольцо f и прикрѣпляется винтами $m''m''$, къ кольцу f прикрѣплена пластинка E съ поніусомъ F.

Подъ трубкою между подставкою BB помѣщенъ уровень HH. Одинъ конецъ его придерживается штифтомъ h''', а другой помощію винта h можетъ быть поднятъ и опущенъ; слѣдовательно ось уровня можетъ быть приведена въ перпендикулярное положеніе къ вертикальной оси вращенія инструмента.

На той подставкѣ, при которой находится пластинка съ поніусомъ, укрѣплена мѣдная дуга mm, раздѣленная на полуградусы и градусная подпись расположена на ней отъ нуля въ обѣ стороны. Нуль дѣленія назначенъ такъ, что когда нулевая черта поніуса будетъ совпадать съ нулевою чертою дуги, то оптическая ось трубы должна быть горизонтальна. Очевидно что дуга mm служитъ для измѣренія угловъ наклоненія оптической оси трубы.

Подставка BB, винтами $b'b'$ прикрѣпляется къ пустому цилиндру KK, внутри котораго помѣщено высеребренное кольцо ll, раздѣленное на градусы. Въ центрѣ кольца ll, утверждается отвѣсно острый конусо-

образный шпиль n, на который вѣшается магнитная стрѣлка $n\,n'$ подъ нее подкладывается пластинка, помощію которой и винта n'' стрѣлка прижимается къ стеклу $m'\,m$, чѣмъ и предохраняется шпиль при перепоскѣ снаряда.

Цилиндръ KK, винтами m m'' прикрѣпляется къ пустому цилиндру LL; на боковой поверхности этого послѣдняго цилиндра по дугѣ $L'L'$ назначенъ поясъ и сдѣланы діаметрально противуположные четыре прорѣза такъ, чтобы коллимаціонная плоскость двухъ изъ нихъ проходила черезъ черту пояса, означенную нулемъ, а коллимаціонная плоскость двухъ другихъ была бы къ ней перпендикулярна.

Цилиндръ LL, помощію винта M соединяется съ третьимъ пустымъ цилиндромъ M M', на боковой поверхности котораго располагается градусная подпись отъ нуля до 360 градусовъ и располагаются діаметрально противуположно четыре прорѣза, такъ чтобы коллимаціонная плоскость двухъ изъ нихъ проходила черезъ дѣленія означенныя 0 и 180°, а коллимаціонная плоскость двухъ другихъ была бы къ ней перпендикулярна.

На цилиндрическую ось xx надѣвается зубчатое колесо yy, которое и привинчивается къ дну цилиндра LL винтами zz. За зубцы колеса yy захватываютъ зубцы колеса tt, отъ центра котораго идетъ стержень $t'\,t'$ на конецъ этого стержня надѣвается головка K и закрѣпляется винтомъ t''.

Помощію описанныхъ зубчатыхъ колесъ цилиндръ LL вращается на оси xx.

Въ дно цилиндра M M ввинчивается втулка N' N' оканчивающаяся плотнымъ кругомъ M'' M''.

Во внутрь втулки N N' проходитъ ось OO, оканчивающаяся кругомъ rr. Сверхъ оси OO накладывается круглая пластинка $r\,r$ и завинчивается винтомъ r'.

Къ кругу rr винтами $f'\,f'$ привинчивается толстое кольцо H' H', отъ котораго идутъ три вѣтви F', F', F', сквозь нихъ проходятъ подъемные винты R, R, R, служащіе для приведенія инструмента въ горизонтальное положеніе.

Къ кольцу H' H' винтами T,T прикрѣпляется пластинка W, съ рычагомъ W', на этомъ рычагѣ устроены клещи, помощію которыхъ и винта W'' прекращается движеніе цилиндра M M около вертикальной оси OO. Ослабивъ винтъ W'' и взявъ за ручки SS всему инструменту можно сообщить движеніе около вертикальной оси.

Описанный инструментъ ставятъ на треножникъ, сквозь который проходитъ становой винтъ B'' и ввинчиваясь въ кольцо H H удерживаетъ инструментъ на треножникѣ.

b) Изслѣдованія.

1) Вѣрно ли назначены дѣленія на поверхности цилиндра M' M' и на дугѣ mm.

2) Изслѣдовать точность отсчитыванія по ноніусу, назначенному на цилиндрѣ LL и по ноніусу F.

3) Перпендикулярна ли ось уровня къ вертикальной оси вращенія инструмента.

4) Коллимаціонныя плоскости прорѣзовъ параллельны ли къ вертикальной оси вращенія инструмента.

5) При совмѣщеніи коллимаціонныхъ плоскостей прорѣзовъ, цилиндра M'M и LL, въ одну плоскость будетъ ли нуль ноніуса совпадать съ нулемъ дѣленія на цилиндрѣ M'M'.

6) Будетъ ли коллимаціонная плоскость прорѣзовъ цилиндра LL проходить черезъ діаметръ соединяющій нули кольца *II*.

7) Плоскость, описываемая оптическою осью трубы будетъ ли совпадать съ коллимаціонною плоскостію прорѣзовъ цилиндра LL.

8) Съ движеніемъ цилиндра LL не измѣняется ли положеніе цилиндра M'M'.

9) Нѣтъ ли желѣза въ мѣди, изъ которой сдѣланъ инструментъ.

10) Остръ ли шпиль, на которомъ вращается стрѣлка, и хорошо ли стрѣлка намагничена.

11) Вѣрно ли раздѣлено кольцо буссоли *II*.

12) Въ центрѣ ли кольца *II* утвержденъ шпиль *n*.

13) Совпадаетъ ли нуль ноніуса F съ нулемъ дуги *n m*, когда оптическая ось будетъ горизонтальна.

Изслѣдованія: 1-е, 2, 5, 8, 9, 10, 11, 12 и 13-е производятся точно такъ же какъ подобныя изслѣдованія дѣлались при изслѣдованіи астролябіи.

3-е, чтобы привести ось уровня въ перпендикулярное положеніе къ вертикальной оси вращенія, то поступаютъ такъ: поставя уровень по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ и дѣйствуя ими, приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки; послѣ того поворачиваютъ цилиндръ LL на 180° около вертикальной оси и дѣйствуя винтомъ *h*, переводятъ пузырекъ уровня на половину той дуги, на которую онъ отошелъ отъ средины трубки. Потомъ повторяютъ описанный пріемъ до тѣхъ поръ, пока при обращеніи цилиндра LL на 180 градусовъ пузырекъ не будетъ измѣнять своего положенія и это означитъ, что ось его перпендикулярна къ оси вращенія. Имѣя ось уровня перпендикулярною къ оси вращенія инструмента, эта послѣдняя приводится въ отвѣсное положеніе такъ: сначала ставится уровень по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ, и приведя пузырекъ его на средину трубки, ставятъ уровень по направленію третьяго винта, а приведя этимъ винтомъ пузырекъ уровня на средину трубки, ось вращенія приметъ отвѣсное положеніе.

4) Чтобы изслѣдовать, будутъ ли коллимаціонныя плоскости прорѣзовъ обоихъ цилиндровъ параллельны съ вертикальною осью вращенія,

то поступаютъ такъ: приведя ось вращенія въ отвѣсное положеніе помощію уровня, направляютъ прорѣзы на повѣшенную веревку съ грузомъ на концѣ и если весь волосокъ будетъ покрывать веревку, то условіе выполняется; въ противномъ случаѣ нужно сдѣлать исправленіе черезъ механика.

6) Чтобы опредѣлить будетъ ли коллимаціонная плоскость прорѣзовъ цилиндра LL, проходящая черезъ черту нонІуса, означенную нулемъ, проходитъ черезъ діаметръ кольца буссоли *H*, то поступаютъ такъ: ставятъ, приблизительно, горизонтально доску и проводятъ на ней карандашемъ линію, въ эту линію вставляютъ иглу остріемъ къ верху и вѣшаютъ на нее стрѣлку изъ пантометра; когда стрѣлка успокоится, тогда поворачиваютъ доску до тѣхъ поръ, пока стрѣлка совпадетъ съ начерченною линіею. Потомъ снявъ стрѣлку, помощію двухъ иголъ воткнутыхъ въ начерченную линію выставляютъ вѣху: послѣ того стрѣлку вѣшаютъ на свое мѣсто, а пантометръ помѣщаютъ на доску такъ, чтобы центръ толстаго кольца H´H былъ на начерченной линіи и направляютъ прорѣзы цилиндра LL на выставленную вѣху, если при этомъ стрѣлка покажетъ нули, то условіе выполняется; въ противномъ случаѣ должно ослабить винты *m´m´* и повернуть цилиндръ KK на столько, чтобы стрѣлка показала нули, тогда винты *m´m* снова закрѣпляютъ.

7) Для изслѣдованія совпадаетъ ли коллимаціонная плоскость, описываемая оптическою осью трубы, съ коллимаціонною плоскостію прорѣзовъ цилиндра LL, поступаютъ такъ: повѣсивъ веревку съ грузомъ и приведя ось вращенія инструмента въ отвѣсное положеніе направляютъ пересѣченіе волосковъ на веревку, потомъ трубу опускаютъ и если пересѣченіе нитей не сойдетъ съ веревки, то это будетъ означать, что ось вращенія трубы будетъ перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія; въ противномъ случаѣ нужно сдѣлать исправленіе черезъ механика.

Если ось вращенія трубы перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія инструмента, то тогда наведя волосокъ прорѣза на какую нибудь точку должно посмотрѣть, покрываетъ ли вертикальная нить трубы туже точку, если покрываетъ, то условіе выполняется, если же нѣтъ, то вертикальный волосокъ сѣтки должно передвинуть до совпаденія и тогда условіе выполнится.

§ 46. Теодолиты.

Теодолитами принято называть тѣ усовершенствованные угломѣрные инструменты, помощію которыхъ можно измѣрять горизонтальные углы на мѣстности съ точностію, гораздо большею чѣмъ прежде описанными инструментами; такъ напримѣръ, помощію астролябіи болѣе всѣхъ усовершенствованной, величина горизонтальныхъ угловъ опредѣляется съ вѣрностію до одной минуты, между тѣмъ теодолитами можно опредѣлять углы съ вѣрностію до нѣсколькихъ секундъ и это-то послужило причи-

ною того, что конструкція теодолита гораздо сложнѣе конструкціи астролябіи и кромѣ того, отдѣльныя части теодолитовъ требуютъ особо тщательнаго устройства. Дѣленія на кругахъ теодолитовъ дѣлаются гораздо мельче чѣмъ въ астролябіяхъ и при теодолитахъ устроиваютъ особые винты, помощію которыхъ можно производить достаточно точную установку разныхъ частей инструмента.

Теодолиты устроиваются двухъ видовъ: одинъ видъ съ неподвижнымъ лимбомъ и называется простымъ теодолитомъ, другой съ подвижнымъ лимбомъ и называется повторительнымъ.

Чертежъ 122 представляетъ повторительный теодолитъ.

а) Устройство.

Повторительный теодолитъ состоитъ изъ слѣдующихъ частей:

Лимбъ AA, въ верхней части его вдѣлано тонкое серебряное кольцо, раздѣленное или на градусы, или на какія либо части градуса.

Къ лимбу тремя винтами a, a, a прикрѣпляется мѣдная пустая ось bb, форма которой представляетъ соединеніе поверхностей цилиндра и усѣченныхъ конусовъ, эта ось вращенія лимба входитъ въ тумбу BB. Тумба BB имѣетъ три вѣтви $\beta\beta\beta$ съ подъемными винтами $\gamma\gamma$. Клещи D, которыя соединены съ рычагомъ, прикрѣпленнымъ къ тумбѣ BB будучи сжаты нажимательнымъ винтомъ E прекращаютъ движеніе лимба около вертикальной оси: по закрѣпленіи винта E, весьма малое движеніе сообщается лимбу посредствомъ микрометреннаго винта F, упирающагося въ штифтъ клещей и имѣющаго гнѣздо на рычагѣ: съ противуположной стороны винта F на штифтъ нажимаетъ другой штифтъ F′, обвитый спиральною пружиною, заключенною въ трубкѣ F″.

Алидадный кругъ III, пристроивается такъ, что край его плотно прилегаетъ къ лимбу и верхняя его поверхность служитъ продолженіемъ верхней плоскости лимба. Винтами ff алидадный кругъ соединяется съ пластинкою kk, а тремя винтами hhh съ стальною осью MM, которой наружная поверхность одинакова съ внутреннею поверхностію втулки bb. Чтобы алидадный кругъ нельзя было снять случайно съ лимба, ось M оканчивается внизу винтомъ m, на который навинчивается гайка n. Для уменьшенія тренія оси bb подкладывается подъ гайку n пружина $n'n'$, а для уменьшенія тренія оси MM подкладывается пружина $n''n''$, помѣщающаяся въ пустомъ винтѣ $n'''n'''$. Для прекращенія движенія одного алидаднаго круга служатъ клещи R, въ которыхъ по закрѣпленіи винта r, клещи сжимаютъ край лимба и тогда грубое движеніе алидаднаго круга прекращается, а малое движеніе сообщается уже микрометреннымъ винтомъ r'.

На алидадномъ кругѣ назначаются, на серебрѣ, или два нонiуса діаметрально противуположно, или четыре, отстоящіе одинъ отъ другаго на 90 градусовъ.

Подпись дѣленій на верньерахъ расположена въ одну сторону съ градусною подписью лимба и для удобства отсчитыванія штрихи на нихъ означаются цифрами. Для лучшаго разсмотрѣнія дѣленій, къ каждому верньеру можетъ быть подведена луна N съ иллюминаторомъ S', вращающаяся на кольцѣ S, помѣщенномъ между алидадным кругомъ и пластинкою kk.

Примѣчаніе Иллюминаторъ состоитъ изъ небольшой наклонной рамки съ наклеенною на нее тонкою бѣлою бумагою, или съ вставленнымъ матовымъ стекломъ. онъ служитъ для освѣщенія дѣленій.

На пластинкѣ kk утверждены двѣ подставки TT и $T'T'$, въ гнѣзда которыхъ вкладываются стальныя окончности горизонтальной оси вращенія u трубы. Верхняя часть подставки $T'T'$ помощію винта r можетъ имѣть небольшое движеніе и черезъ это одинъ конецъ оси можетъ приближаться къ лимбу, или удаляться отъ него; слѣдовательно получается возможность привести ось uu въ положеніе перпендикулярное къ вертикальной оси вращенія инструмента. Въ средину оси въ кольцо y ввинчивается зрительная труба $M'''M'''$, имѣющая устройство точно такое же какъ и въ астролябіи съ трубою. На одинъ конецъ оси надѣвается кольцо $M'M$, къ которому четырьмя винтами $a'a'$ привинчивается вертикальный кругъ NN.

Высеребренная поверхность этого круга раздѣлена на градусы и отсчеты производятся посредствомъ двухъ діаметрально противуположныхъ верньеровъ. Верньеры назначены на серебряныхъ пластинкахъ, изъ которыхъ каждая соединена винтами mm съ пластинкою прикрѣпленною къ подставкѣ.

Пластинки съ верньерами вращаются около винтовъ mm, какъ около оси и помощію этихъ же винтовъ могутъ передвигаться вверхъ и внизъ, и черезъ это имъ можно дать положеніе точно діаметрально противуположное, т. е. линія, соединяющая нули верньеровъ будетъ діаметромъ вертикальнаго круга. При каждомъ верньерѣ имѣется луна.

На конецъ оси u навинчивается кольцо Y; на противуположномъ концѣ оси надѣвается кольцо oo, а на него надѣвается кольцо $b'b'$ съ рычагомъ f'. Въ кольцо $b'b'$ проходитъ нажимательный винтъ, который прекращаетъ движеніе горизонтальной оси. Рычагъ f' упирается одною стороною въ винтъ, а другою въ пружину и помощію этого прибора можно давать медленное движеніе горизонтальной оси. На конецъ оси навинчивается тяжелая гайка W, которая служитъ противувѣсомъ вертикальному кругу.

Для приведенія вертикальной оси вращенія инструмента въ отвѣсное положеніе служитъ уровень $h'h'$, который ставится на горизонтальную ось вращенія. Иногда уровень ставится на трубу и прикрѣпляется штифтомъ $m'm'$. Кромѣ этого уровня при теодолитѣ устроиваютъ другой уровень N' на подставкѣ TT, т. е. при той, при которой находится вертикальный кругъ.

Теодолитъ при употребленіи помѣщается или на каменной тумбѣ, или на треножникѣ, въ послѣднемъ случаѣ на нижнюю часть тумбы навинчивается гайка N'' съ петлею N' для крюка; крюкъ O'', проходя сквозь треножникъ завинчивается гайкою.

При нѣкоторыхъ теодолитахъ устроивается снизу лимба труба, называемая повѣрительною: труба эта имѣетъ движеніе какъ въ горизонтальной, такъ и въ вертикальной плоскости и служитъ для того, чтобы можно было убѣждаться въ неизмѣняемости положенія лимба во время производства работъ.

Такъ какъ въ послѣднее время механики тщательно отдѣлываютъ и выполировываютъ оси и втулки, помѣщаютъ достаточное число пружинъ, которыя, поддерживая оси, до того уменьшаютъ треніе осей инструмента, что имъ можно пренебрегать; то слѣдовательно повѣрительная труба можетъ служить только для обнаруженія малаго движенія штатива.

Повѣрительная труба во всякомъ случаѣ весьма полезна, потому что положеніе инструмента измѣняется иногда отъ колебанія мѣста на которомъ стоитъ инструментъ при движеніи наблюдателя, также отъ неосторожнаго обращенія съ инструментомъ, и хотя эта перемѣна обнаруживается при извѣстномъ пріемѣ наблюденій, но въ послѣдствіи мы увидимъ, что повѣрительная труба представляетъ здѣсь ту выгоду, что положеніе инструмента можетъ быть исправлено во всякое время, и черезъ это сдѣланная работа вновь не повторяется.

b) Изслѣдованія.

Теодолитъ долженъ выполнять слѣдующія условія:

1) Дѣленія на лимбахъ и на верньерахъ должны быть назначены вѣрно.

2) a) Ось уровня, помѣщеннаго на горизонтальной оси вращенія должна быть приведена въ параллельное положеніе съ этою осью. *b*) Ось уровня накладываемаго на трубу должна быть параллельна оптической оси трубы, и c) Ось уровня, прикрѣпленнаго къ подставкѣ должна быть перпендикулярна къ вертикалиной оси вращенія.

3) Горизонтальная ось вращенія трубы должна быть перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія инструмента.

4) Отвѣсная нить сѣтки должна быть перпендикулярна къ плоскости, проходящей черезъ горизонтальную ось вращенія, и оптическую ось трубы.

5) Оптическая ось трубы должна быть перпендикулярна къ ея горизонтальной оси вращенія.

6) При перпендикулярности оптической оси трубы къ вертикальной оси вращенія, нули нонІусовъ должны совпадать съ дѣленіями круга означенными нулемъ и 180°.

Описанныя повѣрки производятся такъ:

1) Вѣрность дѣленій лимбовъ изслѣдуется точно также, какъ это дѣлалось при таковой же повѣркѣ въ астролябіяхъ (см. § 41).

2) а) Чтобы привести ось уровня въ параллельное положеніе съ горизонтальною осью вращенія, то должно оси эти привести въ одну плоскость, для чего поступаютъ такъ: поставя движеніемъ алидаднаго круга горизонтальную ось вращенія трубы такъ, чтобы одинъ конецъ ея находился надъ однимъ изъ подъемныхъ винтовъ и дѣйствуя имъ, приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки, потомъ уровень наклоняютъ въ одну и другую сторону, если при этомъ пузырекъ останется на срединѣ, то оси находятся въ одной плоскости; въ противномъ случаѣ подвигаютъ трубку винтами $h'h''$. Когда это условіе будетъ выполнено, то уровень перекладываютъ на оси, и если пузырекъ останется на срединѣ, то оси параллельны, въ противномъ случаѣ винтомъ h' переводятъ пузырекъ уровня на половину той дуги, на которую онъ отошелъ отъ средины трубки, и потомъ приведя подъемнымъ винтомъ пузырекъ на средину, снова производятъ это изслѣдованіе и продолжаютъ до тѣхъ поръ, пока при перестановкѣ уровня пузырекъ будетъ на срединѣ.

b) Чтобы изслѣдовать параллельность оси накладнаго уровня съ оптическою осью трубы, то ставятъ трубы такъ, чтобы ось ея была на глазъ горизонтальна и закрѣпивъ нажимательный винтъ горизонтальной оси, микрометреннымъ винтомъ приводятъ пузырекъ уровня въ точности на средину трубки, потомъ переставляютъ уровень противуположными концами; если при этомъ пузырекъ уровня займетъ средину или будетъ близъ ея, то этого будетъ достаточно для изслѣдованія; въ противномъ случаѣ переводятъ винтами, при подставкѣ уровня, пузырекъ на половину той дуги, на которую онъ наклонился отъ средины и потомъ изслѣдуютъ параллельность оси уровня съ оптическою осью трубы такъ: приведя оптическую ось трубы въ положеніе перпендикулярное къ вертикальной оси вращенія, а эту послѣднюю въ отвѣсное положеніе, приводятъ винтами пузырекъ уровня точно на средину.

Если на подставкѣ прикрѣпленъ уровень, то прежде должно изслѣдовать, будетъ ли его ось перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія.

Для этого движеніемъ алидаднаго круга ставятъ уровень по направленію одного изъ подъемныхъ винтовъ и дѣйствуя имъ, приводятъ пузырекъ на средину трубки; потомъ обращаютъ алидадный кругъ около вертикальной оси точно на 180° и если при этомъ пузырекъ уровня останется на срединѣ, то условіе выполнено; въ противномъ случаѣ должно винтомъ m'' перевести пузырекъ уровня на половину той дуги, на которую онъ отошелъ отъ средины трубки; повторивъ этотъ пріемъ еще разъ или два, условіе будетъ выполнено.

3) Поставя движеніемъ алидаднаго круга горизонтальную ось вращенія по направленію одного изъ подъемныхъ винтовъ и приведя этимъ винтомъ пузырекъ уровня на средину трубки, поворачиваютъ алидадный кругъ около вертикальной оси точно на 180°; если при этомъ пузырекъ

уровня останется на срединѣ, то это будетъ значить, что горизонтальная ось вращенія перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія; въ противномъ случаѣ винтомъ x передвигаютъ гнѣздо на столько, что бы пузырекъ уровня прошелъ половину той дуги, на которую онъ отклонился отъ средины трубки. Повторивъ это изслѣдованіе еще разъ, или два, условіе будетъ выполнено, т. е. горизонтальная ось вращенія будетъ перпендикулярна къ вертикальной оси.

При слѣдующихъ повѣркахъ лимбъ долженъ имѣть горизонтальное положеніе.

И такъ когда при теодолитѣ только одинъ уровень, то лимбъ приводится въ горизонтальное положеніе такъ: поставивъ уровень по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ и дѣйствуя ими въ разныя стороны приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки, потомъ поворачиваютъ уровень по направленію на третій винтъ и дѣйствуя имъ снова приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки, тогда плоскость лимба будетъ горизонтальна.

Если же есть уровень при подставкѣ, тогда плоскость лимба приводится въ горизонтальное положеніе такъ: поставя уровень, находящійся на оси вращенія трубы по направленію одного или двухъ какихъ либо подъемныхъ винтовъ; при этомъ второй уровень будетъ или по направленію двухъ, или по направленію на третій подъемный винтъ, потомъ дѣйствуя всѣми подъемными винтами приводятъ пузырьки обоихъ уровней на средину трубокъ и тогда плоскость лимба будетъ горизонтальна.

4) Приведя въ горизонтальное положеніе лимбъ и закрѣпивъ его, движеніемъ одного алидаднаго круга наводятъ пересѣченіе нитей трубы на какую нибудь отдаленную и ясно видимую точку; закрѣпивъ трубу и дѣйствуя микрометреннымъ винтомъ понижаютъ или повышаютъ трубу такъ, чтобы вся вертикальная нить прошла по этой точкѣ; если нить не сходитъ съ этой точки, то нить имѣетъ положеніе перпендикулярное къ плоскости, проходящей черезъ ось вращенія и оптическую ось трубы; если же она сходитъ съ замѣченной точки, то надобно поправить положеніе сѣтки поворачивая ее около трубы, и повторить это изслѣдованіе еще разъ или два.

5) Приведя въ горизонтальное положеніе лимбъ и закрѣпивъ его, движеніемъ одного алидаднаго круга наводятъ пересѣченіе нитей трубы на какой нибудь отдаленный и ясно видимый предметъ, при чемъ отсчитываютъ показаніе верньеровъ при горизонтальномъ кругѣ. Послѣ того переведя трубу черезъ зенитъ и повернувъ алидадный кругъ совершенно точно на 180° смотрятъ черезъ трубу если пересѣченіе нитей покрываетъ ту же точку, то условіе выполняется, т. е. оптическая ось перпендикулярна къ оси вращенія; въ противномъ случаѣ сѣтку должно передвинуть на столько, чтобы пересѣченіе нитей покрыло среднюю точку между замѣченными точками при первомъ и при второмъ наведеніи и это изслѣдованіе должно повторить еще раза два.

Разсмотримъ это:

Такъ напримѣръ: пусть (чер. 123) ab есть горизонтальная ось вращенія трубы; fh линія къ ней перпендикулярная; AB оптическая ось трубы, которая составляетъ съ hf какой-то уголъ m. Переведя трубу черезъ зенитъ, алидадный кругъ обратимъ около его оси точно на 180°, оптическая ось AB приметъ направленіе DE и тогда уголъ fhD будетъ тоже уголъ m.

Очевидно что уголъ между первымъ и вторымъ направленіями оптической оси трубы, т. е. BhD будетъ равенъ двойной коллимаціонной ошибкѣ и для того, чтобы оптическая ось приняла направленіе hf нужно пересѣченіе нитей передвинуть на столько, чтобы оно покрыло среднюю точку между B и D, т. е. f.

Въ послѣднее время въ теодолитахъ стали устроивать сѣтку изъ двухъ нитей вертикальныхъ и двухъ нитей горизонтальныхъ (чер. 124); имѣя такую сѣтку, при визированіи трубу устанавливаютъ такъ, чтобы наблюдаемая точка находилась въ срединѣ четыреугольника, образуемаго нитями. Въ этомъ случаѣ при изслѣдованіяхъ теодолита, все что говорится о средней нити, должно относить къ срединѣ четыреугольника.

6) Чтобы изслѣдовать совпадаютъ ли нули вертикальнаго круга съ дѣленіями 0 и 180 въ томъ случаѣ, когда оптическая ось трубы будетъ горизонтальна, поступаютъ такъ: при горизонтальномъ лимбѣ направляютъ трубу на какой нибудь предметъ и дѣлаютъ отсчетъ по I и по II нонiусу, потомъ поворачиваютъ алидадный кругъ на 180° и переведя трубу черезъ зенитъ, снова направляютъ на ту же точку и опять дѣлаютъ отсчетъ по I и II нонiусамъ, потомъ берутъ сумму отсчетовъ по I и по II нонiусамъ, если онѣ равны, то условіе выполняется, если нѣтъ, то должно обратить вниманіе на суммы, т. е. если сумма болѣе 180°, то на половину избытка суммы предъ 180 должно понизить нонiусъ; въ противномъ случаѣ повысить,

Напримѣръ пусть сдѣланы отчеты:

I нонiусъ.	II нонiусъ.	
8° 15′ 20″	170° 40′ 40″	вертикал. кругъ справа.
172° 30′ 10″	9° 35′ 40″	вертикал. кругъ слѣва.
180° 45′ 30″	179° 16′ 20″	

I нонiусъ понизить на $\frac{45' 30''}{2}$; или на 22′ 45″; II нонiусъ повысить на $\frac{43' 40''}{2}$ или на 21 50″.

ГЛАВА IX.

ИЗМѢРЕНІЕ УГЛОВЪ.

§ 47. Измѣреніе угловъ астролябіею съ діоптрами.

При употребленіи угломѣрныхъ снарядовъ съ діоптрами, принято называть: діоптры, обращенные къ предмету — предметными, а обращенные къ глазу наблюдателя — глазными.

При измѣреніи астролябическихъ угловъ должно принять слѣдующія правила:

1) Нули ноніуса и лимба должны быть при одноименныхъ діоптрахъ, т. е. или оба при глазныхъ, или оба при предметныхъ.

2) Если ноніусъ будетъ при предметномъ діоптрѣ, то отсчитывать градусы по дугѣ лимба между предметными діоптрами: а если ноніусъ будетъ при глазномъ діоптрѣ, то сосчитывать градусы по дугѣ лимба между глазными діоптрами.

Углы измѣряемые астролябіею съ діоптрами бываютъ: *a*) астролябическіе и *b*) румбическіе.

a) Измѣреніе астролябическихъ угловъ.

Астролябическимъ угломъ называется тотъ который отсчитывается по дугѣ лимба и выражаетъ градусную величину проэкціи измѣряемаго угла мѣстности, при этомъ величина его не должна быть болѣе 180°, слѣдовательно астролябическіе углы могутъ быть внутренними и внѣшними относительно снимаемаго многоугольника.

Самое дѣйствіе измѣренія астролябическихъ угловъ дѣлается такъ: въ вершину измѣряемаго угла ставятъ горизонтально астролябію такъ, чтобы центръ лимба былъ отвѣсно надъ вершиною угла и наводятъ неподвижные діоптры на одинъ изъ данныхъ предметовъ; закрѣпивъ лимбъ, подвижные діоптры направляютъ на другой данный предметъ, тогда число градусовъ и минутъ дуги лимба, заключенной между нулемъ лимба и нулемъ ноніуса выразитъ величину измѣряемаго угла.

При измѣреніи астролябическихъ угловъ можетъ встрѣтиться такой острый или тупой уголъ, что при наведеніи діоптровъ астролябіи на вѣхи поставленныя на бокахъ даннаго угла — одни діоптры будутъ закрываться другими, тогда должно поступать такъ: (чер. 125) пусть требуется измѣрить уголъ ABF или ABN, поставя горизонтально астролябію въ точку B направляютъ неподвижные діоптры на произвольно поставленную вѣху D и лимбъ закрѣпляютъ. потомъ подвижные діоптры сначала направ-

ляютъ на одинъ изъ данныхъ предметовъ, напримѣръ на A и опредѣляютъ уголъ ABD, а потомъ тѣ же діоптры направляютъ на другой данный предметъ, т. е. на F или на N и опредѣляютъ уголъ или FBD или DBN; очевидно, что въ первомъ случаѣ разность угловъ ABD и FBD дастъ искомый уголъ ABF, а во второмъ случаѣ сумма угловъ ABD и DBN дастъ искомый уголъ ABN.

Измѣреніе такихъ угловъ можно сдѣлать еще и такимъ образомъ: поставя нуль нонiуса на какое нибудь дѣленіе лимба, напримѣръ на 20 градусовъ, движеніемъ лимба наводятъ подвижные діоптры на одинъ изъ данныхъ предметовъ и закрѣпивъ лимбъ, направляютъ тѣ же діоптры на другой данный предметъ (*) тогда сосчитавъ число градусовъ и минутъ по нонiусу, величина измѣряемаго угла выразится сосчитаннымъ числомъ градусомъ безъ 20°; (при этомъ діоптръ, при которомъ нонiусъ, долженъ быть при обѣихъ направленiяхъ или предметнымъ или глазнымъ.

b) Измѣреніе румбическихъ угловъ.

На астролябiи всегда отсчитываются румбы магнитные.

Цѣль измѣренiя румбическихъ угловъ состоитъ въ томъ чтобы 1) знать положеніе снимаемыхъ линiй мѣстности относительно истиннаго или магнитнаго меридiана и 2) чтобы помощію измѣренныхъ румбическихъ угловъ можно было производить грубую повѣрку астролябическихъ угловъ.

Румбическіе углы измѣряются такъ; предположимъ, что (чер. 126) *am* есть ось стрѣлки, а MA есть данная линiя. Если сдѣлаемъ направленіе изъ M на A, то видимъ, что сѣверный конецъ стрѣлки показываетъ нуль градусной подписи, а такъ какъ предметъ A лежитъ къ сѣверу, то румбъ линiи MA будетъ сѣверный и обозначается буквою N. Предположимъ, что MB есть данная линiя; направивъ діоптры изъ точки M на предметъ B видимъ, что нуль дѣленiя, находящiйся при предметномъ діоптрѣ отклонился отъ сѣвернаго конца стрѣлки вправо, т. е. къ востоку на дугу меньшую 90°, стало быть данная линiя лежитъ между сѣверомъ и востокомъ; по этому румбъ линiи MB называется сѣверовосточнымъ и означается NO, а число градусовъ дуги *ab* выразитъ его градусную величину. Если при такомъ же положенiи нуля буссоли стрѣлка покажетъ 90 градусовъ, то данная линiя MK будетъ имѣть направленiе прямо на востокъ и румбъ ея означается буквою O.

Предположимъ, что дана линiя мѣстности MD; направивъ діоптры изъ M на D видимъ, что нуль буссоли, находящiйся при предметномъ діоптрѣ отклонился отъ южнаго конца стрѣлки влѣво, т. е. къ востоку на дугу меньшую 90°; слѣдовательно данная линiя будетъ лежать между югомъ и востокомъ, по этому румбъ линiи MD называется юговосточнымъ и

(*) Примѣчанiе При наведенiи должно распоряжаться такъ чтобы нонiусъ описывалъ дугу по дѣленiю круга.

означается SO, а число градусовъ дуги *mp* выразитъ его градусную величину. Пусть данная линія будетъ ME. то направивъ діоптры изъ M на E южный конецъ стрѣлки покажетъ нуль; слѣдовательно линія ME будетъ идти прямо на югъ и такое направленіе обозначаютъ буквою S. Если бы дана была линія MF, то сдѣлавъ направленіе изъ M на F, нуль буссоли находящійся при предметномъ діоптрѣ будетъ лежать вправо отъ южнаго конца стрѣлки, т. е. къ западу на дугу меньшую 90°; слѣдовательно данная линія лежитъ между югомъ и западомъ и тогда румбъ линіи MF называется югозападнымъ и обозначается SW, а число градусовъ дуги *mf* изобразитъ его градусную величину.

Если при такомъ же положеніи линіи стрѣлка покажетъ 90 градусовъ, то это будетъ означать, что линія M*g* идетъ прямо на западъ и румбъ ея означается буквою W.

Если данная линія будетъ имѣть такое направленіе, что наведя діоптры изъ одного ея конца M на другой N, увидимъ, что нуль буссоли, стоящій при предметномъ діоптрѣ отклонился отъ сѣвернаго конца стрѣлки влѣво на дугу меньшую 90°, то стало быть линія M11 лежитъ между сѣвромъ и западомъ и ея румбъ будетъ сѣверозападный, который и ознчается NW, а градусная величина дуги *au* выразитъ градусную величину румбическаго угла.

Примѣчаніе: **Многіе механики на днѣ буссоли назначаютъ буквы (по направленію діаметровъ, проходящихъ черезъ нули и 90 градусовъ N, S, O и W: неопытный съемщикъ можетъ впасть отъ этого въ ошибки, а потому и считаю нужнымъ предупредить, чтобы на эти буквы не обращали никакого вниманія.**

Величину румбическихъ угловъ можно опредѣлять и въ минутахъ, т. е. помощію нонїуса. Для чего прежде должно поставить нуль нонїуса на нуль лимба и движеніемъ всего лимба привести нуль кольца буссоли къ концу стрѣлки, очевидно, что тогда коллимаціонная плоскость неподвижныхъ діоптровъ будетъ совпадать съ плоскостію магнитнаго меридіана, потомъ закрѣпивъ лимбъ дѣлаютъ направленіе подвижными діоптрами на данный предметъ, и тогда румбъ линіи опредѣлится по стрѣлкѣ, а число градусовъ отъ нуля лимба до нуля нонїуса выразитъ градусную величину искомаго румбическаго угла.

§ 48. Грубая повѣрка астролябическихъ угловъ румбическими.

При съемкѣ астролябіею должно непремѣнно на каждомъ пунктѣ повѣрять румбическими углами астролябическіе, съ тою цѣлію чтобы 1) удостовѣриться въ вѣрности записанныхъ градусовъ астролябическаго угла, а во 2-хъ и для того, чтобы можно было слѣдить, дѣйствуетъ ли магнитная стрѣлка; ибо если стрѣлка перестанетъ дѣйствовать, тогда каждый астролябическій уголъ должно измѣрять не менѣе двухъ разъ.

Описанная повѣрка состоитъ въ слѣдующемъ: по извѣстнымъ румбамъ должно вычислить величину угла астролябическаго и сличить его съ отсчитаннымъ по лимбу, понятно, что если ихъ разность не будетъ превышать $^1/_4$ градуса, то градусы астролябическаго угла записаны вѣрно.

Вычисленіе астролябическихъ угловъ по румбамъ дѣлается такъ.

Предположимъ:

1) Изъ точки A (чер. 127) сдѣлано направленіе на B и румбъ линіи AB будетъ SO m°, а изъ точки B направлено на D и румбъ линіи есть NOn°, уголъ ABD будетъ уголъ астролябическій, состоящій изъ суммы угловъ a и b, но уголъ b есть градусная величина румба линіи BD, а уголъ $a-m$ (какъ углы внутренніе накрестъ лежащіе, ибо положенія оси стрѣлки, т. е. линіи NS и N S' можно принять за параллельныя), т. е. равенъ градусной величинѣ румба линіи AB; слѣдовательно при такихъ румбахъ астролябическій уголъ ABD будетъ равенъ суммѣ градусныхъ величинъ румбическихъ угловъ.

Предположимъ, что изъ точки D (чер. 127) опредѣленъ румбъ линіи DE, SW 47°, а изъ E опредѣленъ румбъ линіи EF, NW 33°. Астролябическій уголъ DEF состоитъ изъ угловъ $a+b$, гдѣ уголъ $a-m$, т. е. 47°, а уголъ b равенъ 33°, и такъ астролябическій уголъ DEF $-47+33=80$, т. е. при такихъ румбахъ астролябическій уголъ тоже будетъ равенъ суммѣ градусныхъ величинъ румбическихъ угловъ.

2) Если изъ точки A (чер. 128) направимъ на B, то румбъ линіи AB будетъ NOa°, а если изъ точки B направимъ на D, то румбъ линіи BD будетъ SWb°. Астролябическій уголъ ABD будетъ равенъ углу ABS—DBS или ABD $-m-b$, но b есть градусная величина румба линіи DB, а уголъ $m=a$, т. е. равенъ градусной величинѣ румба линіи AB, стало быть при такомъ положеніи линій астролябическій уголъ равенъ разности градусныхъ величинъ румбическихъ угловъ

Пусть румбъ линіи A B (чер. 129) будетъ SO 39 градусовъ, а румбъ линіи B E будетъ NW 67°, астролябическій уголъ A B E равный N B E —N B A будетъ равенъ $b-m$, но $b-67^\circ$, а уголъ $m=a$, т. е. равенъ 39° и такъ A B E $=67-39=28$ градусамъ; слѣдовательно при такомъ положеніи линій астролябическій уголъ будетъ равенъ разности градусныхъ величинъ румбовъ.

3) Предположимъ, что изъ точки A (чер. 130) опредѣленъ румбъ линіи AB NO a°, а изъ точки B опредѣленъ румбъ линіи BD, т. е. NWb°, изъ чертежа видимъ, что астролябическій уголъ ABD $=180-(m+b)$, но $m=a$, (какъ углы внутренніе накрестъ лежащіе): слѣдовательно ABD $=180-(a+b)$, т. е. астролябическій уголъ равенъ 180 безъ суммы градусныхъ величинъ румбовъ линій.

Пусть будетъ румбъ линіи A B' (чер. 130) SO 39°, а румбъ линіи B' D' SW 43° то астролябическій уголъ A B D будетъ равенъ 180—$(b+m)$, но $b=43$, а $m=a=39^\circ$; слѣдовательно A' B' D $=180-(39+43)$, т. е. 98 градусамъ, т. е. при такомъ положеніи линій астроля-

бическій уголъ будетъ равенъ 180° безъ суммы градусныхъ величинъ румбовъ линій.

4) Пусть румбъ линіи AB (чер. 131), измѣренный изъ точки A будетъ NO $a°$, а румбъ линіи BD, измѣренный изъ точки B, будетъ NO $b°$, то изъ чертежа видимъ, что астролябическій уголъ ABD будетъ равенъ 180 безъ угла n, уголъ же $n = b - m$, гдѣ уголъ b есть градусная величина румба линіи AB; стало быть при такомъ положеніи линій астролябическій уголъ ABD будетъ равенъ $180 - (b - a)$, т. е. равенъ 180 безъ разности градусныхъ величинъ румбовъ линій.

Предположимъ, что румбъ линіи A B (чер. 132), измѣренный изъ точки A будетъ SO 67°, а румбъ линіи B D, измѣренный изъ точки B будетъ SO 34, т. е. $b = 34$, изъ чертежа видимъ, что уголъ A B D B 180 $-n$, уголъ же $n = m - b$: слѣдовательно уголъ A B D равный $180 - (a - b)$ будетъ равенъ $180 - (67 - 34) = 147$ градусамъ.

И такъ при вычисленіи астролябическихъ угловъ по румбамъ должно руководствоваться слѣдующимъ:

Если линіи будутъ имѣть румбы:

1) NO и SO, NW и SW, то астролябическій уголъ равенъ суммѣ градусныхъ величинъ данныхъ румбовъ.

2) NO и SW, SO и NW — « — разности градусныхъ величинъ данныхъ румбовъ.

3) NO и NW, SO и SW — « — 180 безъ суммы градусныхъ величинъ данныхъ румбовъ.

4) NO и NO, NW и NW, SW и SW, SO и SO — « — 180 безъ разности градусныхъ величинъ данныхъ румбовъ.

Примѣчаніе 1. При съемкѣ астролябіею непремѣнно должно тотъ часъ послѣ записанія румбовъ линій и астролябическаго угла, не трогая съ мѣста инструмента сдѣлать вычисленіе астролябическаго угла по румбамъ и если вычисленный уголъ будетъ равенъ найденному по инструменту (астролябическому углу), то это удостовѣритъ, что астролябическій уголъ измѣренъ вѣрно, въ противномъ случаѣ сейчасъ же должно повѣрить румбы обѣихъ линій.

Примѣчаніе 2. Если же при повѣркѣ будутъ найдены другіе румбы, то по нимъ должно снова вычислить астролябическій уголъ и сличить съ найденнымъ по инструменту, и очень можетъ быть, что получится разность болѣе $^1/_4$ градуса, тогда опять должно повѣрить румбы и въ случаѣ если найденные румбы опять будутъ отличаться отъ прежде отсчитанныхъ, то это покажетъ, что стрѣлка перестала дѣйствовать и въ этомъ случаѣ съемку производятъ одними астролябическими углами, измѣряя каждый не менѣе двухъ разъ.

Примѣчаніе 3. Разность вычисленнаго угла отъ дѣйствительнаго не должна превышать 15 минутъ, такую разность можно допустить потому, что части градуса при отсчитываніи на буссолѣ опредѣляются на глазъ, а слѣдовательно и точность опредѣленія румбическихъ угловъ можетъ простираться только до $^1/_4$ градуса.

§ 49. Измѣреніе вертикальныхъ угловъ астролябіею на баксѣ.

Измѣреніе вертикальныхъ угловъ астролябіею на баксѣ производится такимъ образомъ:

Поставя въ какой нибудь точкѣ астролябію и ослабивъ нажимательный винтъ баксы, наклоняютъ лимбъ на яблокѣ, послѣ того ставятъ подвижные діоптры на 90 градусовъ, даютъ лимбу такое положеніе что развъ нитку съ отвѣсомъ и пропустивъ ее черезъ широкій прорѣзъ нижняго подвижнаго діоптра и черезъ прорѣзъ верхняго; она должна касаться волоска нижняго діоптра: слѣдовательно подвижные діоптры примутъ положеніе вертикальное; а не подвижные горизонтальное и тогда нажимательный винтъ лимба закрѣпляютъ; послѣ того, подвижные діоптры направляютъ на вершину предмета и число градусовъ дуги лимба, заключенное между нулемъ лимба и нулемъ нонiуса выразитъ величину опредѣляемаго вертикальнаго угла.

§ 50. Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ астролябіею съ трубою и пантометромъ.

Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ астролябіею съ трубою и пантометромъ производится слудующимъ образомъ:

а) Когда на алидадѣ закрѣплены подвижные діоптры, тогда углы измѣряются точно такъ же, какъ это было описано въ § 47., т. е. поставя горизонтально астролябію надъ вершиною измѣряемаго угла такъ, чтобы центръ лимба былъ отвѣсно надъ вершиною, ослабляютъ нажимательный винтъ лимба E (чер. 116) и движеніемъ лимба направляютъ коллимаціонную плоскость неподвижныхъ діоптровъ на одинъ изъ данныхъ предметовъ и закрѣпляютъ винтъ E, потомъ движеніемъ одной алидады направляютъ коллимаціонную плоскость подвижныхъ діоптровъ на другой данный предметъ и при этомъ дѣлаютъ отсчеты по обоимъ нонiусамъ; при чемъ градусы записываютъ по тому нонiусу, который будетъ одноименный съ неподвижнымъ діоптромъ, стоящимъ при нулѣ лимба, т. е. если этотъ діоптръ будетъ глазной, то должно записывать градусы по нонiусу при глазномъ подвижномъ діоптрѣ, тогда среднее показаніе изъ обѣихъ отсчитываній и выразитъ градусную величину измѣряемаго угла; напримѣръ:

Пусть при направленіи подвижныхъ діоптровъ записано:

показаніе одноименнаго нонiуса. . $36^\circ\ 28'$

и 2-го нонiуса противоположнаго. $216^\circ\ 50'$

Тогда сред. вел. изъ отчет. будетъ. $\frac{36^\circ 28' + \{216^\circ 30 - 180^\circ\}}{2} = 36^\circ 29'$

Когда на алидадѣ закрѣплена зрительная труба, тогда сдѣлавъ описанную установку инструмента надъ вершиною измѣряемаго угла, напра-

влiютъ зрительную трубу сначала на правый предметъ, а потомъ на лѣвый и при каждомъ визированiи отсчитываютъ и записываютъ показанiя обоихъ верньеровъ. Величина угла получится, если изъ средняго показанiя верньеровъ при визированiи на лѣвый предметъ вычтемъ среднее показанiе верньеровъ при визированiи на правый предметъ.

Послѣ того переводятъ трубу черезъ зенитъ, а алидаду повертываютъ на 180° и снова измѣряютъ уголъ; такъ, какъ это сейчасъ было описано. Опредѣливъ величину угла изъ перваго и изъ втораго измѣренiя, должно взять арифметическую средину, которая и выразитъ истинную величину измѣряемаго угла. Такой способъ опредѣленiя угла уничтожаетъ влiянiе коллимацiонной ошибки. Напримѣръ

Секторъ вправо.

Правый предметъ	I	нонiусъ =	58° 14′	средняя величина.
	II	—	— 20′	58° 17′
Лѣвый предметъ	I	—	104° 10′	
	II	—	— 20′	104° 15′

Секторъ влѣво: уголъ = 45° 58′

Правый предметъ	I	нонiусъ =	179° 14′	
	II	—	— 24′	179° 19′
Лѣвый предметъ	I	—	225° 16′	
	II	—	— 20′	225° 18′

уголъ = 45° 59′

Искомый уголъ 45° 58′,5.

Примѣчанiе. **Измѣренiе угловъ наклоненiя.**

При измѣренiи угловъ наклоненiя данныхъ линiй должно поступать такъ: поставя въ одномъ концѣ данной линiи астролябiю, приводятъ лимбъ послѣдней въ горизонтальное положенiе, и приведя нуль сектора въ совпаденiе съ показателемъ измѣряютъ высоту центра окуляра отъ земли, замѣтивъ это на вѣхѣ, переносятъ эту вѣху въ точку обозначающую другой конецъ линiи и поставя ее тамъ вертикально направляютъ трубу на вѣху такъ, чтобы пересѣченiе нитей сѣтки покрыло замѣченную точку, тогда отсчитавъ на секторѣ показанiе будемъ имѣть градусную величину угла наклоненiя данной линiи.

§ 51. Измѣренiе горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ.

Для измѣренiя угловъ теодолитомъ имѣются два способа:

Первый изъ нихъ, предложенный Мейеромъ, основанъ на теорiи повторенiя угловъ и состоитъ въ слѣдующемъ: устанавливаютъ лимбъ совер-

шенно горизонтально надъ вершиною измѣряемаго угла и прикрѣпивъ алидадный кругъ къ лимбу, направляютъ трубу движеніемъ лимба на одинъ изъ предметовъ, и закрѣпивъ нажимательный винтъ лимба, микрометреннымъ винтомъ (лимба) дѣлаютъ точную установку трубы на предметъ, послѣ этого производятъ отсчитыванія по всѣмъ нонiусамъ при лимбѣ, потомъ ослабивъ нажимательный винтъ алидаднаго круга, направляютъ трубу на другой предметъ, и закрѣпивъ, нажимательный винтъ алидаднаго круга, микрометреннымъ винтомъ алидады, дѣлаютъ точную установку нити трубы на предметъ, и не дѣлая отсчитываній ослабляютъ наджимательный винтъ лимба, и движеніемъ лимба наводятъ трубу на первый предметъ, потомъ движеніемъ алидаднаго круга направляютъ трубу на второй предметъ и повторяютъ выше сказанное дѣйствіе два, или три, или четыре раза, и потомъ производятъ отсчитываніе по лимбу отъ чего и получаютъ величину двойнаго, тройнаго и т. д. угла.

Если при теодолитѣ есть повѣрительная труба, то направляютъ оптическую ось ея на какой нибудь отдаленный, но ясно видимый предметъ и при каждомъ наведеніи трубы на предметъ, смотрятъ и въ повѣрительную трубу, покрываетъ ли пересѣченіе нитей тотъ предметъ, на который она была наведена, если нити находятся на замѣченной точкѣ то это показываетъ что лимбъ не измѣнилъ своего положенія, въ противномъ случаѣ должно начать наблюденія снова; но если повѣрительная труба можетъ двигаться съ лимбомъ, тогда должно только навести нить этой трубы микрометреннымъ винтомъ лимба и можно будетъ продолжать работу.

Записавъ показаніе нонiусовъ послѣ двухъ, или трехъ и т. д. наведеній, должно взять среднія величины изъ отсчетовъ по нонiусамъ и вычтя начальное показаніе изъ втораго получимъ величину двойнаго, тройнаго и т. д. угла, раздѣливъ же на два или на три и т. д, получимъ истинную величину угла.

Для большой точности необходимо дѣлать наблюденія; двигая трубу по дѣленію лимба и противъ дѣленія и непремѣнно одинаковое число разъ и потомъ уже брать изъ всѣхъ наблюденій средній результатъ.

Опытомъ доказано, что чрезъ это дѣйствіе наблюденіе будетъ имѣть гораздо болѣе точности.

Когда труба будетъ двигаться противъ дѣленія, тогда величина угла опредѣлится, если разность отсчетовъ втораго безъ перваго вычесть изъ 360, такъ напримѣръ: пусть первое отсчитываніе есть $10^{\circ}\ 14'\ 15''$; второе $168^{\circ}\ 10'\ 10''$, то величина угла будетъ $360^{\circ} - 168^{\circ}\ 10'\ 10'' + 10^{\circ}\ 14'\ 15'' = 202^{\circ}\ 4'\ 5''$; или вычитать второе изъ перваго, т. е. изъ $10^{\circ}\ 14'\ 15''$ вычесть $168^{\circ}\ 10'\ 10'' = 202^{\circ}\ 4'\ 5''$.

Примѣчаніе. При опредѣленіи величины угла должно къ уменьшаемому придавать 360, если оно будетъ менѣе вычитаемаго.

Для большей ясности предлагаемъ примѣръ

ИЗМѢРЕНІЕ УГЛА МЕЖДУ A и B.

Число наблюденій.	Отсчитыванія. Нонiусы. I.	II.	Средній выводъ изъ 2-хъ нонiусовъ.	Величина угла изъ каждыхъ 4-хъ пріемовъ.	Величина угла изъ всѣхъ наблюденій.
	По дѣленію				
	0°33′15″	25″	0°33′20″		
4	300°24′10″	15′	300°24′12′, 5	74°57′43″,12	74°57′43″,08
8	240°15′10″	5″	240°15′ 7″, 5	43, 75	
12	180° 5′55′	0″	180° 5′57″, 5	42, 5	
	противъ дѣленія				
	330° 6′10″	15	330° 6′12″, 5		
4	30°15′10″	25	30°15′17″, 5	74°57′43″,75	74°57′43″,41
8	90°24′30″	20	90°24′25″	43, 12	
12	150°33′35′	25	150°33′30″	43, 75	

Искомый уголъ 74°57′43″,25

2-й способъ многократнаго измѣренія простыхъ угловъ.

Помѣстивъ центръ горизонтальнаго лимба отвѣсно надъ вершиною измѣряемаго угла, закрѣпляютъ лимбъ въ произвольномъ положеніи, потомъ наводятъ трубу движеніемъ алидаднаго круга, сначала на лѣвый предметъ, потомъ на правый и послѣ каждаго наблюденія записываютъ показанія верньеровъ. При этомъ повѣрительная труба доставитъ средство удостовѣриться оставался ли лимбъ неподвижнымъ при каждомъ визированіи.

Если изобразимъ среднія величины изъ показаній верньеровъ при визированіи на лѣвый предметъ, напримѣръ черезъ a и на правый черезъ b, то разность $b—a$ и выразитъ величину измѣряемаго угла.

Послѣ того измѣняютъ положеніе лимба и производятъ измѣреніе точно также, какъ это было описано, т. е. сперва наводятъ движеніемъ алидад-

наго круга трубу послѣдовательно на лѣвый и на правый предметъ, записывая каждый разъ отсчитыванія на верньерахъ. Если изобразимъ среднія величины изъ этихъ отсчитываній черезъ a' и b', то разность $b' - a'$ выразитъ снова величину измѣряемаго угла.

Сдѣлавъ такимъ образомъ нѣсколько наблюденій получатъ для измѣреннаго угла рядъ величинъ, разнящихся между собою только на нѣсколько секундъ; сложивъ всѣ эти величины и сумму раздѣливъ на число наблюденій, частное выразитъ требуемую величину измѣряемаго угла.

Г. Струве, чтобы доставить описанному дѣйствію строжайшую точность предлагаетъ принять за правило:

1) Наводить трубу на каждый изъ наблюдаемыхъ предметовъ по два раза такимъ образомъ: сначала приводятъ предметъ только въ поле трубы движеніемъ одного алидаднаго круга и предположимъ, что предметъ находился справа вертикальной нити; закрѣпивъ нажимательный винтъ алидаднаго круга, дѣлаютъ точную установку нити помощію микрометреннаго винта алидады, и потомъ производятъ отсчеты на горизонтальномъ кругѣ, послѣ того, крутымъ поворотомъ микрометреннаго винта сводятъ нить съ предмета и притомъ въ сторону противуположную, т. е. въ правую и снова дѣлаютъ точную установку нити микрометреннымъ винтомъ и записываютъ показаніе верньеровъ. Такой способъ наблюденія способствуетъ къ уничтоженію погрѣшности, происходящей отъ неравномѣрнаго нутія спицъ алидаднаго круга, т. е. производя движеніе микрометреннымъ винтомъ оно передается частямъ спицъ, при центрѣ круга, не одновременно.

2) Измѣреніе угла дѣлать такъ: направить трубу на одинъ изъ данныхъ предметовъ и сдѣлать два визированія и два отсчитыванія, потомъ направить трубу на второй предметъ и тоже сдѣлать два визированія и два отсчитыванія, послѣ опять направить трубу на первый предметъ, двигая алидадный кругъ по дѣленію лимба и снова сдѣлать два визированія и два отсчитыванія, потомъ направить трубу на второй предметъ, двигая алидадный кругъ противъ дѣленія и сдѣлать два визированія и два отсчитыванія и наконецъ, вращая алидадный кругъ противъ дѣленія лимба снова направить на первый предметъ и сдѣлать два визированія и два отсчитыванія:—всѣ эти дѣйствія называются пріемомъ.

3) При измѣреніи угловъ должно сдѣлать не менѣе шести пріемовъ и при каждомъ новомъ пріемѣ положеніе лимба измѣнять на 15°, т. е. если въ первомъ пріемѣ при визированіи на начальную точку верньеръ былъ на нулѣ градусной подписи, то во второмъ пріемѣ онъ становится близъ 15°, въ третьемъ близъ 30° и т. д.; такой способъ уменьшаетъ вліяніе погрѣшностей, градуснаго дѣленія лимба на точность результата.

Для уничтоженія вліянія коллимаціонной погрѣшности трубы на точность измѣренія, принято дѣлать: три пріема, имѣя вертикальный кругъ вправо отъ вертикальной оси, а другія три влѣво.

Для ясности предлагается примѣръ изъ двухъ пріемовъ измѣренія угла между предметами A и B.

ИЗМѢРЕНІЕ УГЛОВЪ МЕЖДУ ПРЕДМЕТАМИ A и. B.

Названіе предметовъ.	Отсчитыванія. Ноніусы. I.	II.	Средній выводъ изъ 2-хъ отсчитываній.	Средній выводъ изъ цѣлаго пріема.	Величина измѣряемаго угла.
	Вертикальный		кругъ влѣво.		
A	0° 1′ 42″	38″			
	44″	40	0° 1′ 41″, 0	0° 1′ 41″, 5	
B	70° 52′ 24″	20			
	22	20	70° 52′ 21″, 5	70° 52′ 21″,25	69° 50′ 39″,75
A	0° 1′ 40″	42			
	40	42	0° 1′ 41″, 0		
B	70° 52′ 20″	20			
	26″	18	70° 52′ 21″, 0		
A	0° 1′ 44″	40			
	44	42	0° 1′ 42″, 5		
	Вертикальный		кругъ вправо.		
A	15° 0′ 10″	14″			
	10″	16″	15° 0′ 12″, 5	15° 0′ 11″,33	
B	84° 50′ 50″	52			
	52	54	85° 50′ 52″, 5	84° 50′ 50″, 0	69° 50′ 38″,67
A	15° 0′ 8″	10			
	10	10	15° 0′ 9″, 5		
B	84° 50′ 46″	48			
	48	48	85 50 47 , 5		
A	15° 0′ 10″	12			
	14	12	15° 0′ 12″, 0		

Искомый уголъ изъ двухъ пріемовъ 69° 50′ 39″,21

Въ предложенномъ примѣрѣ только два пріема, одинъ изъ нихъ сдѣланъ при положеніи вертикальнаго круга съ правой стороны, а другой съ лѣвой. I ноніусъ при началѣ измѣренія находится (въ 1-мъ пріемѣ) близъ нуля градусной подписи лимба, а во 2-мъ близъ 15°. Въ каждомъ пріемѣ первыя пары отсчитываній были сдѣланы когда алидадный кругъ двигался по направленію дѣленія градусной подписи, а остальныя пары получались при движеніи алидаднаго круга по направленію противуположному.

Среднія величины выведены такъ: для начальной точки A складывали три среднія величины изъ отсчетовъ по направленію на первую точку и сумму ихъ дѣлили на 3.

Имѣя среднія величины отсчитываній, для опредѣленія изъ каждаго пріема величины измѣряемаго угла должно вычитать каждое число предыдущее изъ послѣдующаго, такъ напримѣръ для угла между A и B вычитаемъ 0° 1′ 41,″5 изъ 70° 52′ 21,″25 и разность 69° 50′ 39,″75 помѣщаемъ въ послѣдній столбецъ; изъ 2-го пріема оказалась величина угла равною 69° 50′ 38,″67 полусумма этихъ результатовъ 69° 50′ 39,″21 выразитъ среднюю величину измѣряемаго угла изъ обоихъ пріемовъ. Само собою разумѣется, что при работахъ эта величина должна быть выводима изъ 6-ти пріемовъ, какъ объ этомъ было упомянуто выше.

Чтобы совершенно можно было положиться на вѣрность измѣренныхъ угловъ необходимо соблюсти слѣдующее:

1) Наблюденія дѣлать въ ясную и тихую погоду, избирая время для наблюденій между полднемъ и захожденіемъ солнца, потому что по утрамъ и особенно въ жаркіе дни бываетъ сотрясеніе атмосферы и предметы кажутся движущимися; во время же дождя существуетъ неправильное преломленіе лучей свѣта, т. е. лучь уклоняется отъ отвѣсной плоскости.

2) Непремѣнно должно дѣлать равное число наблюденій, вращая трубу по дѣленію и противъ дѣленія.

3) При наведеніи трубы, необходимо чтобы наблюдаемый предметъ былъ ясно видимъ и при томъ одинаково какъ при первомъ наблюденіи, такъ и при второмъ.

4) Если употребляется треножникъ, то онъ долженъ стоять твердо и не измѣнять своего положенія, и при томъ самое мѣсто, на которомъ стоитъ онъ должно быть твердо. Для предохраненія треножника отъ колебанія во время движенія самого наблюдателя, полезно дѣлать около него полъ.

§ 52. Приведеніе угловъ къ центру стоянія.

Очень часто случается, что при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ, невозможно помѣстить инструментъ такъ, чтобы центръ его лимба былъ отвѣсно надъ вершиною измѣряемаго угла, поэтому бываетъ необходимо инструментъ поставить близъ вершины угла (на разстояніи

не болѣе 5 саженъ) и изъ этой точки измѣрить уголъ, составленный направленіями на двѣ данныя точки съ точкою стоянія и потомъ опредѣляютъ черезъ вычисленіе, на сколько этотъ уголъ нужно увеличить или умепьшить для того, чтобы получить величину даннаго угла и это дѣйствіе называется приведеніемъ угла къ центру стоянія.

И такъ предположимъ, (чер. 133) что требуется измѣрить уголъ ABD, но въ точкѣ B стать нельзя, поэтому инструментъ помѣстимъ въ точку E и измѣримъ уголъ AED; чтобы опредѣлить величину угла ABD, то разсмотримъ треугольникъ ABF, гдѣ уголъ $b = f - x$, но видимъ, что въ треугольникѣ FDE уголъ $f = a + z$, и такъ искомый уголъ $b = a + z - x$ изъ этого уравненія опредѣлимъ избытокъ искомаго угла предъ измѣреннымъ, т. е. $b - a = z - x$. Изъ полученной формулы видимъ, что нужно знать величину угловъ z и x. Углы эти опредѣляются такъ: изъ треугольника ABE имѣемъ $\frac{h}{m} = \frac{Sin\, y}{Sin\, x}$, откуда $Sin\, x = \frac{m.Sin\, y}{h}$; изъ треугольника BDE имѣемъ $Sin\, z = \frac{m\, Sin\,(y+a)}{n}$. Углы x и z весьма малы и потому по малости ихъ можно вмѣсто ихъ синусовъ взять произведеніе дуги на $Sin\, 1''$, (*) и такъ $b - a = \frac{m\, Sin\,(y+a)}{n\, Sin\, 1''} - \frac{m\, Sin\, y}{h\, Sin\, 1''}$. Это есть общая формула для опредѣленія величины разности искомаго угла и измѣреннаго. Разсматривая эту формулу замѣчаемъ, что величины $\frac{m}{n\, Sin\, 1''}$ и $\frac{m}{h\, Sin\, 1''}$ есть постоянныя величины для всякаго стоянія инструмента относительно вершины измѣряемаго угла, т. е. будетъ ли инструментъ стоять вправо или влѣво отъ вершины даннаго угла, или внутри, или внѣ измѣряемаго угла; стало быть знакъ искомой разности будетъ зависѣть отъ величины угла y. И такъ, если мы условимся измѣрять уголъ y такъ: отъ направленія на лѣвый предметъ влѣво до линіи, соединяющей вершину угла съ точкою стоянія, тогда знакъ опредѣлится самъ собою; если по вычисленіи получится знакъ $+$, то это будетъ значить, что найденную величину должно придать къ измѣренному углу; если же получится знакъ минусъ, то найденную величину нужно вычесть и тогда получится та величина, которая была бы найдена если бы уголъ былъ измѣренъ изъ его вершины.

Чтобы въ этомъ убѣдиться, разсмотримъ слѣдующее (чер. 134).

1) Предположимъ, что напримѣръ инструментъ помѣщенъ въ E тогда $b = f - z$, а $f = a + x$, и тогда $b = a + x - z$, или $b - a = x - z$, т. е. въ первомъ уравненіи нужно переставить члены, но измѣривъ по при-

---

(*) Примѣчаніе: $\log.\, Sin\, 1'' = 4{,}6855749$.

нятому уголъ y видимъ, что онъ болѣе 180°; слѣдовательно первый членъ $\frac{m\,sin\,(y+a)}{n\,sin\,1''}$ будетъ отрицательный, а второй членъ положительный, и такъ поставя положительный членъ первымъ, видимъ, что формула будетъ соотвѣтствовать, начальной т. е. $x—z$.

2) Предположимъ (черт. 135), что инструментъ стоитъ въ E, тогда имѣемъ $b=k-x, k-a-z$, или $b=a-z-x$, или $b-a=-z-x$, но членъ опредѣляющій x есть $m\,sin\,(y+a)$, гдѣ $y+a$ болѣе 180; слѣдовательно членъ этотъ будетъ отрицательный.

3) Предложимъ (чер. 136), что инструментъ стоитъ въ E, тогда имѣемъ $k=b—z$ и $k=a+x$, $b—z=a+x$, или $b-a=x—z$.

Теперь остается показать пріемы опредѣленія длины линіи m и величины угла y. При этомъ мы должны разсмотрѣть два случая: первый, когда отъ точки стоянія можно непосредственно измѣрить до вершины угла, но точка обозначающая вершину угла не видна, и второй, когда это измѣреніе непосредственно сдѣлать нельзя.

Первый случай встрѣчается только тогда, когда инструментъ долженъ быть помѣщенъ внутри того сигнала, который служитъ вершиною измѣряемаго угла такъ напримѣръ внутри башни, въ точкѣ лежащей отвѣсно подъ ея вершиною; но какъ этого сдѣлать нельзя, то и помѣщаютъ его на окнѣ: стало быть, для опредѣленія длины m необходимо опредѣлить внутри сигнала такую точку, которая бы находилась отвѣсно подъ шпилемъ башни, а для этого поступаютъ такъ: выбираютъ внѣ зданія двѣ точки M и N (чер. 137) такимъ образомъ, чтобы находясь въ каждой изъ нихъ, можно было видѣть оба противуположныя окна зданія, и чтобы можно было замѣтить въ нихъ по двѣ точки aa' и bb', которыя находились бы въ отвѣсныхъ плоскостяхъ, проходящихъ черезъ шпиль; очевидно, что по соединеніи этихъ точекъ, напримѣръ шнурами, пересѣченіе ихъ опредѣлитъ положеніе искомой точки. Найдя мѣсто искомой точки, остается измѣрить линію m. Самое же измѣреніе производится: или жезломъ, или тесьмою, выражая величину m футами и дюймами. Уголъ же y опредѣлится тѣмъ же самымъ угломѣрнымъ инструментомъ, которымъ производили наблюденіе. Но такъ какъ по малости m, или по близости точки стоянія къ центру сигнала не возможно смотрѣть въ трубу на эту послѣднюю точку, то по этому трубу направляютъ черезъ верхъ, потому что для опредѣленія разности угловъ достаточно знать величину y приблизительно.

Второй случай, т. е. когда центръ сигнала не приступенъ и не видимъ, всегда бываетъ тогда, когда инструментъ помѣщенъ внѣ сигнала, и опредѣленіе угла y и разстоянія m будетъ зависить отъ фигуры сигнала. Напримѣръ предположимъ что:

1) Сигналъ есть круглая башня, напримѣръ abMN (чер. 138), а точка A есть точка стоянія центра лимба инструмента, то для опредѣленія угла

y должно измѣрить углы DAN и DAM, составляемые линіею AD съ касательными AN и AM, такъ какъ AE дѣлитъ уголъ NAM пополамъ. то уголъ DAE, или уголъ $y = \frac{1}{2}$ (NAD + DAM). Для опредѣленія же EA = m должно сначала измѣрить или NA или MA, а потомъ изъ прямоугольнаго треугольника ENA или EMA легко найдти EA такъ AE - $m = \frac{AN}{cs\,\frac{1}{2}\,NAM.}$

2) Сигналъ имѣетъ форму квадрата (чер. 139), а инструментъ стоялъ противъ бока MM въ точкѣ O. для опредѣленія m и y опускаю перпендикуляръ op и измѣряю его, а также замѣчаю точку n, т. е. средину MM и измѣряю pM , вообразивъ перпендикуляръ hn и діагонали KM и MK будемъ имѣть два подобныхъ треугольника hnf и fop, изъ подобія которыхъ имѣемъ $\frac{fn}{hn} = \frac{fp}{po}$ или $\frac{fn + fp}{hn - po} = \frac{fn}{hn}$; $fn = \frac{hn\,(fn + fp)}{hn + po}$; зная fn и hn опредѣлимъ уголъ nhf такъ fn - hn. tgx: но $tg\,x = \frac{fn}{hn}$; потомъ опредѣлимъ $hf = \frac{hn}{csx}$; $fo = \frac{po}{csx}$, и тогда $hf + fo$ дадутъ m

Зная fo и po легко найдти pf; а отмѣривъ отъ p pf, можно измѣрить и уголъ y.

3-е) Сигналъ четырехъугольная башня и видны два угла, т. е. концы діагонали (чер. 140) измѣривъ Z и X, FK и DK изъ треугольника FKD найдемъ DF, и углы F и D, тогда изъ треугольника EFK легко найдти уголъ EKF и линію EK равную m, тогда уголъ Z + DKE дадутъ y.

4 е) Когда сигналъ неправильный многоугольникъ (чер. 141), избираютъ такую точку K, которая лежала бы по направленію точки стоянія F и шпиля сигнала D; послѣ чего направляютъ на произвольно взятую точку M, измѣряютъ углы K и M и линію n, вычисляютъ Dk, а, вычтя изъ него Fk получимъ линію DF = m.

При приведеніи угловъ къ центру стоянія въ вычисленіе входятъ длины боковъ треугольника, которыя еще не извѣстны; по этому должно по измѣреніи угловъ въ треугольникѣ, предварительно рѣшить его какъ прямолинейный (съ 5-ю значными логарифмами), и найдя приблизительную длину боковъ треугольника съ этими величинами можно будетъ дѣлать приведеніе угловъ къ центру стоянія.

Примѣчаніе. Длины боковъ хотя получены и приближенно, но на приведеніе угловъ къ центру стоянія не будетъ имѣть вліянія.

Величина m измѣряется футами и дюймами, но въ вычисленіе вводится выраженною въ сажеяхъ.

Примѣчаніе 1. Генералъ Шубертъ принялъ за правило, чтобы m была менѣе 3 саж. и полагаетъ увеличивать это разстояніе только при слишкомъ большихъ треугольникахъ

Примѣчаніе 2. Кромѣ описанной поправки отъ внѣ центреннаго стоянія инструмента, Деламбръ и другіе французскіе геодезисты полагаютъ нужнымъ вводить еще поправку угловъ отъ неправильнаго освѣщенія наблюдаемаго предмета. Погрѣшность такого рода случается тогда, когда наблюдатель, находясь, напримѣръ въ B (чер. 142) и желая измѣрить уголъ ABD, по дальности разстоянія видитъ только освѣщенный бокъ сигнала, напримѣръ MM′ и потому наблюдатель направляетъ трубу инструмента на среднюю точку бока MM′, т. е. на N, и очевидно, что вмѣсто угла ABD будетъ измѣренъ уголъ ABN, стало быть для полученія истиннаго угла должно опредѣлить уголъ NBD и тогда смотря по тому гдѣ находится точка A относительно D должно взять сумму или разность угловъ NBA и NBD. Величина угла NBD опредѣляется такъ: предварительно должно опредѣлить длину ND; уголъ NDp и бокъ BD приближенно, а потомъ уже и вычислить величину угла φ Такъ какъ треугольникъ DNB весьма остроуголенъ, то г. Болотовъ и предлагаетъ употребить слѣдующую формулу

Деламбра $\varphi = \frac{ND\sin a}{BD\sin 1''} + \frac{ND^2\sin 2a}{2DB^2\sin 1''} + \frac{ND^3\sin 3a}{3DB^3\sin 1''} +$ и проч.

Выводъ этой формулы изложенъ въ Геодезіи Пюисана (ст 101, ч. I) и въ Кур. Чис. Мат. Франк. (ч. II, гл. 590).

Но впрочемъ уголъ DBN или φ можно опредѣлить съ удовлетворительною точностію и слѣдующимъ образомъ: изъ треугольника NB ,

$\frac{\sin\varphi}{ND} = \frac{\sin BDN}{NB}$; $\sin\varphi = \frac{ND\sin NDB}{NB}$ или $\varphi = \frac{ND\sin NDB}{NB\sin 1''}$.

Но если можно будетъ опредѣлить NP, то тогда уголъ φ можно опредѣлить такъ: изъ треугольника NPB; $NP = NB\sin\varphi$; $\varphi = \frac{NP}{NB\sin 1''}$

Опредѣленіе угла NDB всегда бываетъ очень затруднительно, въ особенности когда наблюдаемый сигналъ есть круглая башня, очевидно, что тогда положеніе освѣщенной точки N будетъ зависѣть отъ положенія солнца во время наблюденія.

Въ послѣднее время съ введеніемъ геліотроповъ, эта формула почти ненужна.

§ 53. Опредѣленіе неприступныхъ разстояній.

Иногда при съемкахъ встрѣчается надобность опредѣлять разстояніе между двумя данными точками, когда по мѣстнымъ препятствіямъ непосредственнаго измѣренія произвести нельзя, тогда должно поступать такъ, какъ это описано въ § 35, съ тою только разницею, что углы составляемые взятыми на мѣстности линіями опредѣляются непосредственно измѣреніемъ, а не по вычисленію изъ азимутовъ.

§ 54. Опредѣленіе истиннаго азимута данной линіи и опредѣленіе склоненія магнитной стрѣлки.

При опредѣленіи истиннаго азимута данной линіи могутъ встрѣтиться два обстоятельства: а) когда инструментъ можетъ быть помѣщенъ на данной линіи такъ, что изъ избранной точки можно видѣть восхожденіе и захожденіе солнца и b) когда этого сдѣлать нельзя. Понятно, что если требуется опредѣлить азимутъ данной линіи, то должно знать направленіе истиннаго меридіана. Опредѣленіе положенія истиннаго меридіана, помощію свѣтилъ небесныхъ, основано на томъ, что плоскость истиннаго меридіана, какъ большаго круга перпендикулярнаго къ горизонту и къ экватору дѣлитъ всѣ видимые пути свѣтилъ пополамъ, потому что пути звѣздъ параллельны съ экваторомъ, а путь солнца хотя есть дуга и не совсѣмъ параллельная путямъ прочихъ свѣтилъ, однако же когда солнце находится близъ точекъ солнцестоянія, тогда безъ чувствительной погрѣшности можно принять, что 1) солнце при своемъ суточномъ движеніи въ равныя времена проходитъ равныя дуги; 2) дневной путь солнца меридіаномъ раздѣляется пополамъ и 3) что высоты солнца надъ горизонтомъ будутъ одинаковы, если будутъ наблюдаемы во времена взаимно равныя, т. е. за пѣсколько времени до прохожденія солнца черезъ меридіанъ и черезъ столько же времени послѣ прохожденія черезъ меридіанъ. Очевидно, что если замѣтить на часахъ тѣ мгновенія, когда солнце утромъ и вечеромъ бываетъ на одинаковыхъ высотахъ, то промежутокъ времени отъ перваго наблюденія до полудня будетъ равенъ промежутку времени отъ полудня до втораго наблюденія, а самое время прохожденія его черезъ меридіанъ должно быть среднее арифметическое число между двумя моментами наблюденій, сложенное съ 6-ю часами. Такъ напримѣръ, если при одной и той же высотѣ солнца часы показали: по гражданскому времени,

до полудня	7 ч.	13′	40″
по полудни	4 ч.	56′	20″
то среднее арифметическое число есть	6 ч.	5′	0′.

придавъ 6 получимъ 12 ч. 5′ и это есть тотъ моментъ, въ который солнце было на меридіанѣ.

Чтобы опредѣлить истинный азимутъ данной линіи астролябіею съ діоптрами поступаютъ такъ:

а) Избравъ на одной линіи такую точку, чтобы изъ нея можно было видѣть восхожденіе и захожденіе солнца; устанавливаютъ надъ этою точкою астролябію и приведя лимбъ ея въ положеніе горизонтальное, на-

правляютъ неподвижные діоптры на вѣху, поставленную въ концѣ данной линіи, напримѣръ въ точкѣ A (чер. 143) и лимбъ закрѣпляютъ, а подвижные діоптры направляютъ на центръ заходящаго солнца въ тотъ моментъ, когда солнце будетъ находиться въ одной плоскости съ плоскостію лимба (что можно узнать по тѣни, такъ какъ это описано въ § 33 въ примѣчаніи). потомъ записываютъ показаніе ноніуса, въ нашемъ примѣрѣ уголъ x; астролябію на ночь оставляютъ на штативѣ и на другой день утромъ повѣривъ положеніе неподвижныхъ діоптровъ, направляютъ подвижные діоптры на центръ восходящаго солнца опять въ тотъ моментъ, когда солнце будетъ въ одной плоскости съ плоскостію лимба и опять записываютъ показаніе ноніуса, т. е. величину угла y; очевидно, что уголъ $mBn = x - y$; а уголъ nBN $\frac{mBn}{2}$ или $\frac{x-y}{2}$. Если къ углу NBn придадимъ y, то получимъ азимутъ линіи BA, т. е. онъ будетъ $z = \frac{x-y}{2} + y = \frac{x-y+2y}{2} = \frac{x+y}{2}$.

Чтобы найдти склоненіе стрѣлки. то должно не трогая неподвижныхъ діоптровъ нуль дѣленія буссоли привести въ совпаденіе съ концемъ стрѣлки и тогда сосчитать по лимбу величину угла ABp.

Очевидно, если ABp болѣе ABN, то склоненіе будетъ западное и градусная величина его будетъ $ABp - ABN$; если же ABp менѣе ABN, то склоненіе будетъ восточное и градусная его величина будетъ $ABN - ABp$ Напримѣръ: уголъ $x = 320^\circ\ 15'$; уголъ $y = 191^\circ\ 45'$, то уголъ $ABN = \frac{y+x}{2} = \frac{191^\circ\ 45' + 320^\circ\ 15'}{2} = 256^\circ$, т. е. азимутъ линіи $BA = 256^\circ$.

Подведя нуль буссоли къ концу стрѣлки сосчитаемъ по лимбу число градусовъ въ углѣ ABp и пусть онъ будетъ равенъ $258^\circ\ 45'$; слѣдовательно склоненіе стрѣлки будетъ западное, а градусная его величина равна $258^\circ\ 45' - 256 = 2^\circ\ 45'$.

b) Если на данной линіи нѣтъ такой точки, изъ которой можно бы было наблюдать восхожденіе и захожденіе солнца, то избираютъ не вдалекѣ отъ данной линіи такую точку, изъ которой можно бы было сдѣлать описанныя наблюденія; а потомъ привязываютъ эту точку къ данной линіи и черезъ вычисленіе опредѣляютъ азимутъ данной линіи, что и дѣлается такъ: наприм. пусть требуется опредѣлить азимутъ линіи AB (чер. 144) и невозможно на этой линіи избрать точку для наблюденій, и пусть та точка, изъ которой можно сдѣлать описанныя наблюденія есть D; сдѣлавъ описанныя наблюденія опредѣляютъ азимутъ какой нибудь произвольно взятой линіи DE, т. е. a, потомъ еще избираютъ произвольную точку F и измѣряютъ уголъ b и, наконецъ проводятъ линію до пересѣченія съ данной линіею AB, и потомъ измѣряютъ углы f и h, по этимъ даннымъ опредѣляютъ азимутъ данной линіи AB; такимъ образомъ: пусть $a = 150^\circ$; $b = 260^\circ$; $f = 95^\circ$ и $h = 270^\circ$; тогда:

азимутъ EF = 180 + 150 — 260 = 70°
— FH = 180 + 70 — 95 = 155°
— HB = 180 + 155 — 270 = 65°,

Приблизительное опредѣленіе азимута данной линіи помощію астролябіи съ трубою можетъ быть сдѣлано точно также какъ и астролябіею съ діоптрами, или можно произвести наблюденіе такъ: направивъ пересѣченіе нитей на центръ солнца должно записать показаніе лимба и вертикальнаго круга, потомъ направить трубу по той линіи, которой желаютъ опредѣлить азимутъ и опять записать показаніе лимба, послѣ того, поставить вертикальный кругъ такъ, чтобы ноніусъ показалъ отсчитываніе, записанное при первомъ наблюденіи и ожидать когда центръ солнца будетъ покрытъ пересѣченіемъ нитей и снова записать показаніе лимба, тогда полсумма отсчетовъ даетъ то показаніе на лимбѣ, которое было бы; если бы труба была въ меридіанѣ и для удостовѣренія, что лимбъ былъ неподвиженъ, слѣдуетъ еще направить на предметъ и тогда легко будетъ опредѣлить азимутъ, такъ напримѣръ при направленіи на восходящее солнце записать показаніе на лимбѣ a, при направленіи на заходящее солнца записать b и при направленіи по линіи записать m; тогда $z = 180 + m - \frac{a+b}{2}$.

Если бы инструментъ имѣлъ такое устройство, что можно бы освѣщать нити, то тогда можно сдѣлать подобныя наблюденія соотвѣтственныхъ высотъ звѣзды.

Такъ какъ ночью нельзя видѣть предмета, то ставятъ миру, т. е. дощечку, въ которой пропиливается вертикальной узкій прорѣзъ. Сзади доски ставятъ лампу и тогда опредѣляютъ азимутъ направленія на этотъ прорѣзъ, а на другой день измѣряютъ уголъ между предметомъ и мирою и тогда азимутъ линіи опредѣлится легко.

§ 55. Общія правила при обходѣ окружныхъ границъ съ астролябіею.

При граничной съемкѣ помощію астролябіи должно руководствоваться слѣдующимъ:

1) Линіи, лежащія на ровной мѣстности, которыхъ длина не болѣе 100 сажень не провѣшивать, а только обозначать концы ихъ вѣхами, поставленными по отвѣсу; тѣ же линіи, которыя длиннѣе 100 сажень вѣшить со всевозможною точностію:

2) Линіи, проходящія по покатости при всякой длинѣ должны быть провѣшиваемы.

3) Каждодневно повѣрять цѣпь.

4) При измѣреніи линій, цѣпь вытягивать непремѣнно по линіи, совершенно ровно по землѣ и при положеніи каждой цѣпи опредѣлять ея уголъ наклоненія помощію высотомѣра, находящагося на заднемъ цѣпномъ колѣ (если употребляются такіе колья).

5) Линіи, имѣющія уголъ наклоненія менѣе 3 градусовъ, принимать за горизонтальныя.

Углы наклоненій въ 3 и болѣе градусовъ записывать въ журналъ.

6) Если цѣпи употребляются стоколѣпныя, то длина линій должна быть выражаема съ точностію до сотыхъ долей сажени и по этому въ журналъ записывать точную длину пройденныхъ линій, т. е. цѣлыя, десятыя и сотыя доли сажени, гдѣ таковыя будутъ.

7) Кривыя линіи, составляющія окружную границу, должно снимать перпендикулярами, проводя ихъ изъ главныхъ изгибовъ кривой на прямую линію, взятую для снятія этой кривой.

Перпендикуляры проводятся помощію зеркальнаго экера; при этомъ: а) если длина проведеннаго перпендикуляра менѣе 30 саженъ, то его должно мѣрить саженью. а если б) болѣе—то цѣпью по общему правилу измѣренія линій.

Примѣчаніе. При измѣреніи линій окружной границы, полезно черезъ каждыя 100 саженъ вбивать колышки съ зарубками по числу сотенъ и при постановкѣ обращать зарубками въ ту сторону, куда идетъ измѣреніе.

8) Въ журналъ должно вносить мѣру линій, найденную въ патурѣ.

9) Снимаемая дача должна лежать въ правой сторонѣ.

10) Если употребляется астролябія съ діоптрами, то астролябическіе углы непремѣнно повѣрять на каждомъ пунктѣ.

Если же употребляется астролябія съ трубою, то при обходѣ граничной межи, магнитную стрѣлку и діоптры не употреблять, всѣ направленія дѣлать только трубою; измѣрять углы только одни внутреніе и каждый уголъ не менѣе двухъ разъ, на разныхъ частяхъ лимба и имѣя при одномъ измѣреніи секторъ вправо, а при другомъ влѣво и изъ обоихъ измѣреній брать арифметическую средину.

11) По возможности дѣлать промѣры, которые соединяли бы вершины угловъ, не рядомъ лежащихъ.

Если же границею дачи будетъ двѣ или нѣсколько рядомъ лежащихъ линій, длиною каждая не болѣе 50 саженъ, то ихъ непремѣнно должно связать одною линіею, проводя ее отъ начала первой короткой линіи до конца послѣдней короткой линіи. При проведеніи этой линіи должно поступать такъ: перейдя на начальный конецъ первой короткой линіи и установивъ горизонтально астролябію измѣрить внутренній уголъ между предшествовавшею длинною линіею и линіею соединяющею начальный конецъ короткой линіи съ послѣднимъ концемъ послѣдней короткой линіи; промѣривъ тщательно вновь проведенную линію, должно поставить

астролябію въ послѣдній конецъ послѣдней короткой линіи и измѣрить внутренній уголъ между проведенною линіею и слѣдующею длинною линіею.

Если по мѣстнымъ обстоятельствамъ линію, взятую для соединенія короткихъ линій мѣрить не возможно, то должно опредѣлить ея длину какъ неприступной линіи.

При проложеніи таковыхъ линій въ лѣсныхъ мѣстахъ, а въ особенности тамъ гдѣ лѣсъ имѣетъ значительную цѣнность, должно предварительно вычислить уголъ, который составитъ эта линія съ длинною предшествующею линіею и потомъ уже пролагать ее въ натурѣ визирною линіею; въ случаѣ если она не выдетъ къ концу послѣдней короткой линіи, то ее должно довести до пересѣченія съ линіею граничнаго обхода и сдѣлать точную примычку. Въ случаѣ же если и этого нельзи будетъ сдѣлать, то тогда должно какъ можно точнѣе опредѣлять углы, составляемые короткими окружными линіями и совершенно точно измѣрять длину короткихъ линій.

12) При переходѣ отъ прямолинейной границы къ криволинейной, послѣднюю прямую линію окружной границы должно промѣрить до самой кривой, а потомъ уже по усмотрѣнію можно избрать тотъ пунктъ, отъ котораго удобнѣе взять прямую линію для снятія кривой.

13) По измѣреніи послѣдней линіи окружной границы непремѣнно должно измѣрить внутренній уголъ, составленный послѣднею и начальною линіями обхода, что необходимо нужно для изслѣдованія точности работъ.

Точность измѣренія угловъ считается достаточною только тогда, когда сумма внутреннихъ измѣренныхъ угловъ будетъ разниться отъ вычисленной суммы внутреннихъ угловъ многоугольника не болѣе какъ на точность ноніуса, умноженную на число угловъ, т. е. если астролябія имѣетъ ноніусъ съ точностію до минуты, то разность этихъ суммъ не должна быть болѣе столькихъ минутъ, сколько угловъ многоугольника; если же разность этихъ суммъ будетъ выражаться числомъ минутъ большимъ противу числа угловъ, то это послужитъ признакомъ, что углы измѣрены не точно и тогда нужно снова произвести измѣреніе угловъ.

§ 56. Примѣръ обхода окружной границы съ астролябіею, съ діоптрами и веденіе при этомъ абриса и геодезическаго журнала.

Предположимъ, что требуется снять фигуру ABDFH (L (чер. 145) помощію астролябіи съ діоптрами. Избравъ одну изъ вершинъ угловъ за начальный пунктъ, напримѣръ точку A, провѣшиваютъ линію AB и уста-

новя надъ A астролябію (*), направляютъ подвижные діоптры на точку B, при чемъ записываютъ магнитный румбъ линіи AB, наприм. NW 8°, снявъ астролябію ставятъ въ точку A или колъ и кругомъ его окапываютъ, или если производится межеваніе, то налагаютъ узаконенные межевые признаки и начинаютъ измѣреніе длины линіи AB. при этомъ съемщикъ, слѣдя за мѣрою, замѣчаетъ и всѣ переходы. такъ напримѣръ: на 46 саженяхъ линія переходитъ проселочную дорогу изъ села M въ деревню N; до 103 сажень справа линіи лугъ, до 136 саж., пашня, до гребня оврага 146.5 саженей и до воды рѣки Сыти 169,8 саж., съ гребня оврага до воды уголъ наклоненія 16°. Такъ какъ отъ точки B и до D границею дачи служитъ берегъ рѣки Сыти, то для снятія его избираютъ какую нибудь точку *m*. лежащую на линіи AB и отъ нея провѣшиваютъ прямую *mn* такъ. чтобы точка *n* была тоже на прямой линіи DE: поставя надъ точкою *m* астролябію направляютъ неподвижные діоптры на предшествующую точку A. а подвижные на *n* и записываютъ румбъ линіи *mn*, т. е. NO 64 1/4 и астролябическій уголъ *a*. 107 1/2 градусовъ. Не трогая инструмента повѣряютъ астролябическій уголъ *a* по румбическимъ угламъ линій A*m* и *mn*, и такъ какъ вычисленный изъ румбовъ уголъ разнится только на 1/4 градуса. слѣдовательно астролябическій уголъ измѣренъ вѣрно. Если бы оказалось. что разность этихъ угловъ была бы болѣе, то должно сейчасъ же повѣрить градусныя величины румба пройденной линіи A*m* и румба линіи *mn*. и если по повѣркѣ угловъ окажется. что вычисленный астролябическій уголъ будетъ сходенъ съ найденнымъ по инструменту, то не дѣлая болѣе никакихъ повѣрокъ снимаютъ астролябію и на мѣсто ея ставятъ или колъ, или налагаютъ узаконенные межевые признаки, потомъ начинаютъ мѣрить линію *mn*, причемъ съемщикъ слѣдя за мѣрою замѣчаетъ переходы линіи, а также и качества и кромѣ того, изъ главныхъ изгибовъ кривой проводятъ перпендикуляры къ линіи *mn*. найденную длину ихъ и разстояніе между ними записываетъ въ журналъ такъ: на 53 саж. подошва перпендикуляра, длина котораго до гребня оврага 18, саж., до воды 37,5 саж. уголъ наклоненія отъ гребня 9°; на 114 саж. подошва перпендикуляра, длина котораго до гребня оврага 10 саженъ, до воды 25,8 саж. уголъ наклоненія отъ гребня 11°.

Примѣчаніе. Если же снимаемая кривая граница не дѣлаетъ большихъ изгибовъ, то будетъ удовлетворительно опредѣлить ея положеніе перпендикулярами, проведенными къ линіи *mn* въ разстояніи другъ отъ друга на 50 саженъ.

Дойдя до точки *n*, съемщикъ записываетъ длину всей пройденной линіи 167 саж., уголъ наклоненія 0°. Снявъ съ точки *n* вѣху и установивъ на ея мѣсто астролябію, измѣряетъ румбъ линіи *n*F, т. е, SO 64° и

(*) Примѣчаніе: Вездѣ гдѣ будетъ говорено, установя надъ точкою астролябію, должно подразумѣвать что: во 1-хъ центръ лимба находится отвѣсно надъ точкою стоянія, и во 2-хъ лимбъ горизонталенъ.

уголъ $b = 128\frac{1}{2}°$; повѣривъ астролябическій уголъ и видя, что онъ измѣренъ вѣрно, ставятъ въ n колъ или налагаютъ узаконенные межевые признаки и измѣряютъ, сначала длину линіи nD: а потомъ nF и такимъ образомъ продолжаютъ дѣйствіе до начальнаго пункта.

Если бы на граничной линіи встрѣтился лѣсъ, то съемщикъ для проведенія границы, предварительно долженъ сдѣлать просѣкъ, проводя его сначала визирною линіею, т. е. такой ширины, чтобы только можно было вѣшить линію; и если эта линія выйдетъ на тотъ самый пунктъ, куда слѣдовало бы ей выйдти, то просѣкъ разширяютъ до извѣстной мѣры, указанной Межевыми Законами.

Когда на граничной линіи встрѣтится препятствіе, недопускающее непосредственнаго измѣренія, то длина линіи опредѣляется черезъ тригонометрическое вычисленіе: такъ напримѣръ: пусть линію HI пересѣкаетъ прудъ, тогда измѣряютъ до той точки, пока можно, т. е. до точки a', избираетъ такую точку b, чтобы линія $a\ b$ составляла съ линіею $a'F$ уголъ около 120° и чтобы линія $a\ b$ приблизительно равнялась бы $a'f'$; потомъ съемщикъ устанавливаетъ надъ a астролябію и измѣряетъ уголъ $Ha\ b'$ равный 59° 45′ и длину $a'b'$ равную 64 саженямъ, потомъ перейдя въ b' измѣряетъ уголъ $a'b\ f'$ равный 58° 45′, и длину линіи $b'f'$ равную 62 саж. и уголъ $a'f'b'$ равный 60° 30′, тогда длина $a'f'$ найдется такъ:

$$a'f' = \frac{a'b'\ sin\ 58°\ 45'}{sin\ 61°\ 30'}\ \text{и}$$

$$a'f' = \frac{b'f'\ .sin\ 58°\ 45'}{sin\ 59°\ 45'};\ a'f' = 62{,}26\ \text{саженъ.}$$

Производя обходъ окружной границы съемщикъ видитъ, что между точкою H и L можно удобно сдѣлать промѣръ; поэтому стоя въ точкѣ L измѣряетъ уголъ HLK и длину линіи HL = 109½ саж. и тогда линія HL будетъ служить какъ бы контрольною линіею.

При астролябической съемкѣ должно вести абрисъ и геодезическій журналъ.

Веденіе абриса.

Абрисъ есть чертежъ, сдѣланный отъ руки сообразно снятымъ фигурамъ мѣстности.

На абрисѣ, черченіемъ обозначаютъ положеніе линій относительно меридіана, записываютъ румбы и ихъ градусную величину, также величину астролябическихъ угловъ и найденную длину линій, кромѣ того, на самыхъ линіяхъ обозначаютъ черточками десятки саженъ; а крестиками сотни саженъ.

На абрисѣ должно также записывать: длину всѣхъ перпендикуляровъ и разстояніе между ними, также замѣчать переходы линій черезъ дороги, ручьи, овраги и т. п.; кромѣ того, обозначать переходы качествъ мѣстности: записывая словами какія именно качества, т. е. пашня, лугъ, лѣсъ и т. п.

Если снимается кривая линія, то на абрисѣ должно очерчивать и всѣ ея изгибы: также должно записывать всѣ смежества, т. е. земля какой деревни или села и чьего владѣнія, однимъ словомъ абрисъ долженъ выражать собою будущій планъ. Для большаго понятія о черченіи абриса прилагаю чертежъ 146.

Геодезическій журналъ.

При астролябическои съемкѣ всегда должно вести геодезическій журналъ назначеніе котораго состоитъ въ томъ, чтобы съ него удобно было нанесть снятую фигуру на планъ. (Форма геодезическаго журнала въ чертежахъ страницы 73, 74 и 75).

Въ геодезическій журналъ должно внести и склоненіе стрѣлки, которое есть къ востоку на 3 градуса, и что отъ конца линіи SW 82½° мѣра 188½, сдѣланъ промѣръ на конецъ линіи SW 13½ мѣра 143½. уголъ съ линіею SW 82 ½ въ 188½°, мѣра 109½.

§ 57. Примѣръ граничнаго обхода съ астролябіею съ трубою (и съ теодолитомъ) (чер. 147).

Дѣйствіе обхода начинается отъ вершины угла, принятой за начальный пунктъ такимъ образомъ: провѣшивъ линію AB и обозначивъ точку A или коломъ, или узаконеннымъ межевымъ признакомъ, приступаютъ къ ея измѣренію, при чемъ оказалось: до 24 сажень уголъ наклоненія, 6°; конецъ 100 сажень замѣчаютъ вбивая колъ съ одною зарубкою, и обращая ее по направленію линіи: до 140 сажень 10°, конецъ 200 саж. замѣчаютъ вбитымъ коломъ съ двумя зарубками, конецъ 300 сажень замѣчаютъ коломъ съ четырьмя зарубками; до гребня оврага 450 сажень уголъ наклоненія 0°; до 478,5 саж. уголъ наклоненія 12 и до воды рѣки Оки 495 саж., уголъ наклоненія 0°. Такъ какъ съ этого пункта границею служитъ рѣка Ока, то для снятія ея избираютъ на линіи AB точку *m* и провѣшиваютъ линію *mn*, т. е. до точки взятой на линіи FD.

Поставя въ точку *m* или колъ, или наложивъ узаконенные межевые признаки, устанавливаютъ надъ *m* астролябію такъ, чтобы центръ ея лимба былъ отвѣсно надъ *m* и по приведеніи ея лимба въ горизонтальное положеніе, дѣйствіе измѣренія угла A*mn* располагаютъ въ такомъ порядкѣ: поставя нуль пояса, находящагося подъ окуляромъ на нуль гра-

дуеной подписи, движеніемъ всего лимба наводятъ пересѣченіе нитей трубы на точку A и отсчитываютъ показанія. по глазному. (т. е. по тому, который подъ окуляромъ) нонІусу 0° 5 , а по противуположному предмету 6 . Послѣ этого, не трогая лимба направляютъ трубу по провѣшенной линіи *mn* и снова производятъ отсчитыванія по первому, т. е. глазному нонІусу 115 59', по другому 1 6 0 : послѣ того, переведя трубу черезъ зенитъ и измѣнивъ положеніе лимба снова направляютъ на A, при чемъ записываютъ по глазному нонІусу 20 10 . а по другому 8', не трогая лимба, направляютъ трубу опять по провѣшенной линіи *mn*. при чемъ записываютъ по глазному 136 4 . а по другому 3': взявъ ариѳметическую средину перваго отсчитыванія 0 5 . 5 изъ ариѳметической средины втораго 115 59 . 5 получимъ 115 54 . потомъ взявъ ариѳметическую средину третьяго отсчитыванія 20 9 : изъ ариѳметической средины четвертаго 136 3 . 5 получимъ 115 54 5: слѣдовательно уголъ измѣренъ вѣрно и величина его изъ обѣихъ измѣреній 115 54', 25.

Примѣчаніе I: Найдя два результата для угла, должно взять изъ нихъ ариѳметическую средину и тогда записываютъ въ журналъ минуты ближайшія къ найденной срединѣ, такъ напримѣръ въ измѣренномъ углѣ 115° 54 , 25; то должно записывать въ журналъ ближайшія минуты, т. е. 54,; если бы было такъ 115° 54',75, то должно записать 115° 55'.

Примѣчаніе 2: Всѣ произведенныя отсчитыванія по порядку вносятся въ геодезическій журналъ.

Примѣчаніе 3. Если съемщикъ при направленіи замѣтитъ въ трубу, что вѣха стоитъ не вертикально, то тогда пересѣченіе нитей наводится на самую нижнюю видимую точку вѣхи.

Сдѣлавъ измѣреніе угла A*mn* снимаютъ астролябію и начинаютъ измѣрять линію *mn* одновременно съ измѣреніемъ снимается и берегъ рѣки Оки, которая составляетъ границу снимаемой дачи, помощію перпендикуляровъ, проведенныхъ изъ главныхъ изгибовъ снимаемой кривой на измѣряемую линію.

Пройдя отъ *m* по линіи *mn* 100 сажень. вбиваютъ колышекъ съ одною зарубкою, или замѣчаютъ конецъ 100 сажень другимъ какимъ либо признакомъ. Продолжая мѣру далѣе изъ изгиба кривой на линію *mn* опускаютъ помощію зеркальнаго эккера перпендикуляръ, подошва котораго означитъ 193 сажени отъ начала; видя, что длина этого перпендикуляра менѣе 30 сажень, то его измѣряютъ саженью такъ: положивъ сажень по длинѣ перпендикуляра однимъ концемъ въ начальную точку, другой конецъ сажени поднимаютъ до тѣхъ поръ, пока брусъ будетъ на глазъ горизонталенъ и отвѣсомъ. опущеннымъ съ этого конца сажени замѣчаютъ на землѣ точку. къ которой и прикладываютъ конецъ сажени; приведя опять брусъ въ положеніе горизонтальное снова отвѣсомъ замѣчаютъ конецъ сажени и такимъ образомъ производятъ дальнѣйшее измѣреніе

перпендикуляра до самой воды рѣки Оки. при этомъ найденныя разстоянія: до гребня оврага 9 саж. и до воды рѣки Оки 27 саж. записываютъ въ журналъ. Записавъ это въ журналъ и абрисъ продолжаютъ измѣреніе далѣе; при чемъ конецъ 200 саженъ замѣчаютъ вбивая колъ съ двумя зарубками или другимъ признакомъ и продолжаютъ измѣреніе и замѣчаютъ, что на 255 саж. линія пересѣкаетъ оврагъ и имѣетъ уголъ наклоненія 0°, до 267 саженъ уголъ наклоненія 8°, до 280 саженъ уголъ наклоненія 4°; замѣтивъ конецъ 300 саженъ колышкомъ съ тремя зарубками или признакомъ, промѣряютъ далѣе; до 317 саженъ уголъ наклоненія 5°. Изъ слѣдующаго изгиба рѣки, на линію *mn* опускаютъ (по вышеописанному способу) перпендикуляръ, подошва котораго означитъ 347 саж. и видя, что онъ длиннѣе 30 саж., то его измѣряютъ цѣпью по правиламъ предложеннымъ для измѣренія линій вообще; при чемъ находятъ, что: влѣво до воды уголъ, наклоненія 13° длина 57 саженъ; вправо при углѣ наклоненія 12°, до гребня оврага 16 саженъ. Потомъ возвращаются къ подошвѣ описаннаго перпендикуляра и продолжаютъ измѣреніе далѣе. при чемъ замѣчаютъ, что линія на 398 саж. переходитъ гребень оврага, при углѣ наклоненія 10°, и домѣривъ до вѣхи поставленной въ точкѣ *n* найденную длину линіи равную 503 саж. записываютъ въ журналы и абрисъ такъ: до 255 саж. уголъ наклоненія 0°; до 267 саж. уголъ 8°; до 280 саж. 4°; до 317 саж. 5°; до 398 саж. 10°, и до конца линіи 0°, длина всей 503 саж. Обозначивъ точку *n* или коломъ, или узаконенными межевыми признаками, надъ точкою *n* устанавливаютъ астролябію и точно такъ же какъ это было описано выше, измѣряютъ внутренній уголъ *mn*F′ равный 107°32′, величину эту записываютъ въ журналъ и абрисъ. Такъ какъ съ этого пункта рѣка Ока болѣе не составляетъ границы, то и измѣряютъ по продолженію линіи F*n* разстояніе D*n*, т. е. до воды рѣки Оки, равное по горизонтальному проложенію 22 саж., и послѣ этого начинаютъ измѣрить линію *n*F, записывая въ журналы и абрисъ, что она до 143 саженъ имѣетъ уголъ наклоненія 8° и потомъ до конца, т. е. до 470,4 саженъ идетъ горизонтально; обозначивъ точку F или коломъ, или наложивъ узаконенные межевые признаки измѣряютъ уголъ DFH = 153°. Видя, что линію FH непосредственно измѣрить нельзя, то домѣряютъ до тѣхъ поръ, пока можно, наприм., до F′ равную 94 саж. при углѣ наклоненія въ 14°; для опредѣленія ширины пруда избираютъ такую произвольную точку H′, чтобы линія F′H′ приблизительно равнялась бы F′*f* и уголъ F′F′*f* былъ бы около 120°; измѣривъ уголъ FF′*f* равный 120° 20′, а длину H′F′ равную 118 саж. при углѣ наклоненія въ 0° измѣряютъ изъ точки H′ уголъ F′H′*f* равный 60° 4′ и длину H *f* равную 117,3 саж. при углѣ наклоненія въ 0°; всѣ измѣренныя для опредѣленія F′*f* величины записываютъ въ журналъ и абрисъ: затѣмъ отъ *f* продолжаютъ измѣреніе до H и записываютъ въ журналъ и абрисъ слѣдующія величины: длину линіи *f*H, равную 279,6 саж. при углѣ наклоненія 0° точно такъ же находятъ величину угла FHK равную 70° 18′, длину HK = 49 саж.,

уголъ HKL = 285° 41′ и длину KL = 31 саж. уголъ KLM = 80° 13′ и длину LM = 49 саж.; уголъ LMN = 270° 48′ и длину MN = 40 саж., уголъ MNP = 88° 45′ и длину NP = 48 саж. и уголъ NPR = 119° 58′; такъ какъ линіи HK, KL, LM, MN и NP незначительной длины, то поэтому ихъ должно соединить діагональю, для чего возвращаются въ точку H и вышеописанными способами измѣряютъ уголъ FHP, величину котораго равную 100° 40′ и длину линіи HP съ переходами, т. е. что она до 100 саж. имѣетъ уголъ наклоненія 10°, до 120 саж. 8° и до конца до 157,9 саж. 0°; записавъ все это въ журналъ и абрисъ измѣряютъ уголъ HPR 94° 52′ и длину линіи PR равную 158, 4 сажени при углѣ наклоненія равномъ 0°. При точкѣ R измѣряютъ уголъ PRS равный 234° 40′ и длину RS равную 42.7 саж. при углѣ наклоненія равномъ 0°. При точкѣ S измѣряютъ уголъ RST равный 224°, такъ какъ длина RS менѣе 50 саж., то линіи RP и ST продолжаютъ до встрѣчи и измѣряютъ уголъ a = 278° 38′ и длины линій: Ra равную 30 саж. и Sa равную 25,2 саж.; измѣривъ линію ST равную 175.4 саж. измѣряютъ уголъ STb равный 125° и длину Tb равную 20 саж.; потомъ измѣряютъ уголъ TbB равный 266°; а такъ какъ Tb менѣе 50 саженъ, то линію ST продолжаютъ до встрѣчи съ bB′ и въ точкѣ A′ измѣряютъ уголъ SA′B равный 209° 55′ и измѣривъ A′b равную 34,6 и A′T равную 40 саж. измѣряютъ и линію A′B равную 163,6 саж. при углѣ наклоненія 0°, при точкѣ B измѣряютъ уголъ A′B′D′ равный 26° 59′ и длину B′D′ равную 26 саж., при D′ измѣряютъ уголъ B′D′F′′ равный 210° и длину D′F′′ равную 49 саж.; при F′′ измѣряютъ уголъ D′F′′H′′ равный 253° и длину F′′H′′ равную 42 саж. При H′′ измѣряютъ уголъ F′′H′′K′ равный 100° 30′ и длину H′′K′ равную 35 саж. При K измѣряютъ уголъ H′K′L′ равный 308° 50′ и длину K′L′ равную 43 саж. При точкѣ L′ измѣряютъ уголъ K′L′M′ равный 90°; а такъ какъ длина каждой изъ линій B′D′, D′F′′, F′′H′′, H′′K′, K′L′ менѣе 50 саженъ, то должно точки B′ и L′ соединить діагональю, для чего перейдя въ точку B измѣряютъ углы A′B′L′ равный 89° 8′ и D′B′L′ равный 62° 11′ и длину B′L′ равную 118 саж. Потомъ перейдя въ точку L′ измѣряютъ уголъ B′L′M′ равный 180° и уголъ K′L′B равный 90°; измѣривъ длину L′M′ равную 147. 3 саж. при точкѣ M′ измѣряютъ уголъ L′M′A′ равный 146° 24′ и длину M′A′ равную 311,4 саж. при углѣ наклоненія 0°. Потомъ перейдя въ A′ измѣряютъ уголъ M′A′B′ равный 143° 47′ и тѣмъ обходъ оканчивается.

Потомъ опредѣляютъ истинный азимутъ одной изъ данныхъ линій окружной границы, напримѣръ AB равный 25° 55′. Форма геодезическаго журнала приложена въ тетради чертежей страницы 77, 78, 79. 80, 81, 82, 83, 84 и 85.

§ 58. Наложеніе снятыхъ границъ на планъ.

Когда обходъ дачи окончитъ, то съемщикъ долженъ привести въ порядокъ свой геодезическій журналъ, т. е.:

1) Должно взять сумму внутреннихъ угловъ снятаго многоугольника и сравнить ее съ геометрическою суммою внутреннихъ угловъ того же многоугольника, вычисленною по формулѣ, $S = 2d\ (n - 2)$, гдѣ n есть число сторонъ. Если эти суммы разнятся не болѣе какъ на произведеніе точности нонІуса на число угловъ, то это удостовѣритъ, что съемка вѣрна.

2) Принявъ одинъ изъ румбовъ за точный, вычисляютъ румбы для всѣхъ линій по внутреннимъ угламъ.

3) Если измѣрены румбы магнитные, то перечислить магнитные румбы на истинные.

4) Опредѣливъ горизонтальныя проложенія измѣренныхъ наклонныхъ линій, по извѣстнымъ: длинѣ ихъ и угламъ наклоненія, руководствуясь правилами, изложенными въ § 12 и

5) Вычислить длину неприступныхъ разстояній.

Приготовивъ такимъ образомъ журналъ, приступаютъ къ самому наложенію снятыхъ линій на бумагу, дѣйствіе это совершается или помощію обыкновеннаго транспортира, или помощію транспортира съ нонІусомъ, или по координатамъ угловыхъ точекъ.

1) Нанесеніе помощію обыкновеннаго транспортира.

Для этого на листѣ чистой бумаги, параллельно его краю, проводятъ рейсфедеромъ прямую линію и принимаютъ ее за направленіе истиннаго меридіана, а для обозначенія сѣвера ставятъ на одномъ ея концѣ букву N, потомъ съемщикъ долженъ сообразить по своему абрису, гдѣ взять на бумагѣ точку для начала накладки, т. е. онъ долженъ избрать ее такъ, чтобы снятая дача вся могла помѣститься на листѣ бумаги.

Напримѣръ: пусть это будетъ точка a (чер. 148), проведя черезъ эту точку линію mn, параллельно линіи NS (принятой за меридіанъ), строятъ при a къ линіи nn' транспортиромъ уголъ равный найденному румбу линіи такъ: если румбъ будетъ NO, то строятъ уголъ nab, если SO, то уголъ $n'ak$; если SW, то уголъ $n'am$, и если NW, то уголъ naf, и проведя линію карандашемъ откладываетъ отъ точки a, по тому масштабу въ которомъ производится съемка, длину горизонтальнаго проложенія соотвѣтственной линіи, отъ чего получается вторая точка b'; по-

томъ черезъ точку b проводятъ линію $n''s$ параллельно NS и строятъ уголъ при b къ линіи $n''s$ равный румбу слѣдующей линіи: отложивъ по масштабу ея длину отъ точки b', найдемъ слѣдующую точку f', черезъ нее проводятъ опять параллель къ линіи NS и наносятъ слѣдующую линію по ея румбу и такимъ образомъ продолжаютъ дѣйствіе до начальнаго пункта. Но подобнаго рода накладка не совсѣмъ удобна, потому что проводить параллели принятому меридіану очень затруднительно и кромѣ того, проведенныя карандашемъ линіи скрадываютъ мелкія части градуса транспортира, а потому лучше производить накладку помощію треугольника, линейки и транспортира.

Пусть (чер. 149) линія NS представляетъ направленіе меридіана, а линія WO направленіе на востокъ и западъ и требуется черезъ точку a провести линію на румбъ NO 54 градуса. Взявъ прямоугольный треугольникъ A прикладываютъ его катетомъ къ линейкѣ B такъ, чтобы часть гипотенузы mb лежала между N и O, т. е. чтобы она выражала направленіе на NO, потомъ къ треугольнику прикладываютъ транспортиръ и поворачиваютъ все вмѣстѣ до тѣхъ поръ, пока центръ транспортира m будетъ на линіи NS и та же линія NS покажетъ 54 градуса.

Убравъ транспортиръ и проведя отъ m линію по гипотенузѣ вверхъ, получимъ линію mb', которая составитъ уголъ $Nmb = 54$ градусамъ и будетъ имѣть направленіе на NO. Не трогая линейки передвигаютъ треугольникъ до данной точки a и по гипотенузѣ его проводятъ линію an вверхъ, которая и будетъ имѣть румбъ NO 54 градуса, ибо проведя черезъ a линію N S параллельно NS получимъ уголъ $N'an$ равный Nmb' (какъ углы составленные параллельными линіями и отвертіями обращенные въ одну сторону).

Предположимъ, что требуется черезъ точку h (чер. 149) провести линію на румбъ SW 54°, тогда должно сдѣлать описанное выше построеніе, т. е. на NO 54° и потомъ подведя треугольникъ къ данной точкѣ h, должно провести линію hf, т. е. внизъ отъ данной точки и эта линія будетъ имѣть данный румбъ; ибо проведя черезъ h линію N'' S'' параллельно NS получимъ уголъ fhs' равный Nmb'; а линія hf будучи параллельна mb, идетъ въ сторону противуположную, то очевидно, что и румбъ ея будетъ противуположный румбу линіи mb, но румбъ mb' есть NO 54°, слѣдовательно румбъ линіи hf будетъ SW 54°.

Предположимъ, что нужно черезъ точку n (чер. 150) провести линію на румбъ NW 59°. Для этого прямоугольный треугольникъ D прикладываютъ катетомъ къ линейкѣ F такъ, чтобы часть гипотенузы mb лежала между N и W, т. е. чтобы выражала направленіе на NW. Потомъ къ гипотенузѣ треугольника прикладываютъ транспортиръ такъ, чтобы центръ его былъ на линіи NS, и та же линія NS показывала бы 59 градусовъ; очевидно, что линія mb будетъ имѣть румбъ NW 59°. Потомъ не трогая линейки подводятъ треугольникъ къ точкѣ n и проводятъ отъ нея линію nn' вверхъ и полученная линія nn будетъ имѣть румбъ то-

же NW 59°; ибо вообразивъ линію N′′S′′ параллельную къ NS получимъ уголъ N′′*nn*′ совершенно равный N*mb*, т. е. равный 59 градусамъ и направленіе *nn*′ будетъ на NW.

Но если бы черезъ точку *p* нужно было провести линію на румбъ S0, 59 градусовъ, то, сдѣлавши прежде описанное построеніе подводятъ треугольникъ къ точкѣ *p* и проводятъ отъ нея линію *pp*′ винзъ, которая и будетъ имѣть румбъ S0 59°, ибо проведя черезъ *p* линію N′S′ параллельно NS получимъ уголъ S′*pp*′ совершенно равный *ams*. т. е. равный 59°, а направленіе *pp*′ будетъ на S0.

Зная эти пріемы легко будетъ наложить снятую фигуру.

Примѣръ накладки.

Возьмемъ для примѣра геодезическій журналъ (тетрадь чертежей страница 74 и 75). Сначала приготовимъ его къ накладкѣ, для чего возьмемъ сумму внутреннихъ угловъ, которая равна 900 1/4°, а сумма угловъ геометрическаго многоугольника равна 900°; слѣдовательно углы измѣрены вѣрно. Такъ какъ точность измѣренія румбовъ 1/4 градуса, то можно измѣнить внутренній уголъ между кратчайшими линіями на 1/4 градуса, т. е. вмѣсто 102 3/4 возьмемъ 102 1/2 и тогда принявъ румбъ первой линіи за вѣрный, найдемъ румбы слѣдующихъ линій, такъ: румбъ NW 8° азимутъ 352°.

азимутъ 2-й линіи = 352° + 180 — 107 1/2 = 424 1/2 или 64 1/2 румбъ N0 64 1/2.

» 3 » = 64 1/2 + 180 — 128 1/2 = 116; румбъ S0 64

» 4 » = 116 + 180 — 102 1/2 = 193 1/2 румбъ SW 13 1/2

» 5 » = 193 1/2 + 180 — 253 = 120 1/2 румбъ S0 59 1/2

» 6 » = 120 1/2 + 180 — 37 1/2 = 263 1/4 румбъ SW 83 1/2

» 7 » = 263 1/4 + 180 — 148 1/2 = 294 3/4 румбъ NW 65 1/4

» 1 » = 294 3/4 + 180 — 122 3/4 = 352 румбъ NW 8.

Перечисливъ эти румбы на истинные получимъ по извѣстному склоненію, которое найдено къ востоку на 3°.

Истинный румбъ 1 линіи NW 5°

» » 2 » N0 67 1/2

» » 3 » S0 61

» » 4 » SW 16 1/2

» » 5 » S0 56 1/2

» » 6 » SW 86 1/4

» » 7 » NW 62 1/4.

Найдя горизонтальныя проложенія измѣренныхъ наклонныхъ линій и длину неприступнаго разстолнія получимъ:

длина горизонтальнаго проложенія			1-й	линіи	= 168,9
»	»	»	2	»	= 167
»	»	»	3	»	= 174
»	»	»	4	»	= 143,5
»	»	»	5	»	= 140
»	»	»	6	»	= 188 1/2
»	»	»	7	»	= 166 1/2.

Окончивъ это приступаютъ къ накладкѣ.

Для этого проведя на листѣ чистой бумаги, тушью, линію параллельно краямъ бумаги, принимаютъ ее за направленіе меридіана, потомъ соображаясь съ абрисомъ набираютъ для начала такую точку, чтобы вся снятая дача могла помѣститься на приготовленномъ листѣ, потомъ отъ избранной точки проводятъ линію такъ, чтобы румбъ ея былъ NW 5° (руководствуясь вышеописаннымъ); потомъ взявъ по масштабу 169 саженъ откладываютъ отъ начальной точки и такимъ образомъ первая линія будетъ нанесена; точно также строятъ и всѣ остальныя линіи, когда послѣдняя линія будетъ наложена, тогда измѣряютъ образовавшуюся невязку, и если она не превышаетъ одной двухсотой доли периметра, то это значитъ, что съемка сдѣлана вѣрно, и такую невязку уничтожаютъ помощію параллельныхъ линій, какъ это изложено въ § 40.

Послѣ того наносятъ перпендикуляры, взятые для снятія берега рѣки и соединивъ ихъ вершины получимъ и самый берегъ рѣки нанесеннымъ.

2) Накладка помощію транспортира съ ноніусомъ.

Накладка плановъ помощію транспортира съ ноніусомъ производится такъ: положивъ на столъ тотъ листъ бумаги, на которомъ должно производить накладку, на край его накладываютъ линейку AB (чер. 151) и привинчиваютъ ее къ столу струпцинками D и D, къ краю линейки прикладывается короткимъ бокомъ прямоугольный наугольникъ FF, къ длинному боку наугольника прикладывается полукруглый транспортиръ съ ноніусомъ. Предположимъ, что требуется нанести слѣдующія линіи: 1) N длиною a саж., 2) NO 56° мѣрою b саж., 3) Ost мѣрою f саж., 4) SO 44° мѣрою h саж., 5) SW 42° мѣрою l саж., 6) NW 36° мѣрою m саж.; избравъ на бумагѣ точку A ставятъ нуль ноніуса на нуль круга и опускаютъ или поднимаютъ наугольникъ такъ, чтобы край алидады коснулся избранной точки, и тогда проведя отъ начальной точки по краю алидады линію вверхъ отнимаютъ транспортиръ и на этой линіи откладываютъ длину a, отъ этого получается вторая точка, потомъ приводятъ нуль ноніуса въ совпаденіе съ 56°

(лежащимъ вправо отъ нуля) и подвигаютъ наугольникъ внизъ или вверхъ такъ, чтобы край алидады коснулся второй точки и отъ нея проводятъ линію вверхъ; отложивъ на этой линіи длину b, получимъ третью точку; потомъ подводятъ наугольникъ къ этой точкѣ и по немъ проводятъ линію вправо; отложивъ длину f найдемъ четвертую точку периметра, поставя нуль нонiуса на 44° (влѣво отъ нуля) и подведя алидаду къ четвертой точкѣ проводятъ линію внизъ и отложивъ на этой линіи длину h получимъ пятую точку. Поставя нуль нонiуса на 42° вправо отъ нуля, подводятъ алидаду къ пятой точкѣ и проводятъ по краю алидады линію внизъ, отложивъ отъ пятой точки длину l получимъ шестую точку, поставя нуль нонiуса на 36′ влѣво отъ нуля подводимъ край алидады къ шестой точкѣ, проводятъ линію вверхъ и откладываютъ длину m, тогда седьмая точка должна бы была совпадать съ первою точкою, но этого никогда не бываетъ, а потому полученную невязку уничтожаютъ уже извѣстнымъ пріемомъ.

Такъ какъ точность нонiуса при этомъ транспортирѣ есть одна минута, то слѣдовательно онъ съ пользою можетъ быть употребленъ при накладкѣ границъ, снятыхъ астролябіею съ трубою, гдѣ точность нонiуса тоже одна минута. Но прежде нежели приступимъ къ накладкѣ транспортиромъ съ нонiусомъ должно приготовлить геодезическій журналъ, (тетрадь чертежей страницы 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.) т. е. исправить измѣренные углы, вычислить румбы и опредѣлить неприступныя разстоянія и горизонтальныя проложенія. Сначала разсматриваютъ многоугольникъ, составленный длинными линіями, т. е. ABD FHPa A′B M; внутренніе углы этого многоугольника суть:

143°	47′
115°	54
107°	32′
153°	0′
100°	40
94°	52′
278°	38′
209°	55
89°	8′
146°	24
1439′	50

Сумма внутреннихъ угловъ геометрическаго десятиугольника равна $2d\ (10-2)=16d$ или 1440°; и такъ разность этихъ суммъ — 10′; слѣдовательно съемка вѣрна; для исправленія же угловъ, должно каждый уголъ увеличить на 1′ и тогда получимъ исправленные углы: 143° 48′; 115° 55′; 107° 33′ 153° 1′; 100′; 41′; 94° 53; 278° 39′; 209° 56; 89° 9; 146° 25′.

Для исправленія угловъ, составленныхъ короткими линіями поступаютъ такъ: уголъ H (N5) 70° 18, слѣдовательно уголъ KHP = 100° 41′ — 70° 18′ = 30° 23′; уголъ K — 360° 285° 41 — 74° 19; слѣдовательно уголъ KmH и PmL будетъ 180 - (14° 19 + 30° 23′) = 75° 18; HPN = 119° 58′ — 94° 53 = 25° 5′.

Тогда въ многоугольникѣ mLMNP

будетъ: 75°	18′
80°	13′
270°	48′
88°	45′
25°	5′
540°	9′

сумма внутреннихъ угловъ такого же геометрическаго многоугольника равна 540°; и такъ какъ найденная разность 9 произошла отъ шести угловъ, то слѣдовательно отъ величины угловъ H, K, L, M, отнять отъ каждаго по 2 минуты, а отъ N одну минуту и такъ:

H = 70° 16′
K = 285° 39′
L = 80° 11′
M = 270° 46′
N = 88° 44′.

Для исправленія угловъ SLP и RST поступаютъ такъ:

Уголъ $a = 360° - 278° 39′ = 81° 21′$
— $SRa = 234° 40 - 180° = 54° 40′$
— $aSR = 224° - 180° = 44°$.

И такъ сумма будетъ 180° 1′; слѣдовательно уголъ PRS должно уменьшить на 1′.

Уголъ $STb = 124°$, слѣдовательно $bTA' = 56°$
— $b = 266°$ — внут. $= 94°$
— $TA'b = 209° 56 - 180°$ $= 29° 56′$
Сумма 179 56.

Слѣдовательно углы STb и b нужно уменьшить каждый на 2 минуты т. е.

$STb = 123° 58′$
$b = 265° 58′$.

Исправленіе угловъ L′B′D′, D′. F′, H″, K′ и K L B′ дѣлаютъ такъ:

L′B′D′ = 89° 9′ − 26° 59′ = 62° 10′	Сумма внутреннихъ угловъ геометрическаго многоугольника будетъ 720 и такъ разность 10′ разложится на углы такъ:
D′ = 150°	
F″ = 107°	
H″ = 259° 30′	
K′ = 51° 10′	
K′L′B′ = 90	
719 50	

26° 59′ − 2′ = 26° 57′
210° 0′ − 2′ = 209° 58′
253° 0′ − 2′ = 252° 58′
100° 30′ − 2′ = 100° 28′
308° 50′ − 2′ = 308° 48′.

Имѣя исправленные внутреніе углы приступаемъ къ вычисленію румбовъ Зная, что азимутъ послѣдующей линіи равенъ азимуту предыдущей линіи сложенному съ 180° безъ внутренняго угла, будемъ имѣть:

Азимутъ AB = 25° 55 '; румбъ AB; NO 25° 55
+180°
—115° 55 '

Азимутъ BD = 90° » румбъ BD; *ost*
+180° »
—107° 33

Азимутъ DF = 162° 27 ' румбъ DF; SO 17° 33 '
+180°
—153° 1 '

Азимутъ FH = 189° 26 ' румбъ FH; SW 9° 26
+180° 44 '
— 70° 16

Азимутъ HK = 299° 10 ', румбъ HK; NW 60° 50
+180°
—285° 39 '

Азимутъ KL = 193° 31 ', румбъ KL; SW 13° 31 '
+180°
— 80° 11 '

Азимутъ LM = 293° 20 ', румбъ LM; NW 66° 40 '
+180° —
—270° 46 '

Азимутъ MN = 202° 34 ', румбъ MN; SW 22° 34 '
+180° —
— 88° 44 '

Азимутъ NP = 293° 50 ', румбъ NP; NW 66° 10
+180° —
—119° 58 '

Азимутъ PR = 353° 52 , румбъ PR; NW 6° 8 '

Азимутъ PR = 353° 52',
+ 180° —
— 234° 39'

Азимутъ RS = 299° 13', румбъ RS; NW 60° 47'
+ 180° —
— 224° —

Азимутъ ST = 255° 13', румбъ ST; SW 75° 13'
+ 180° —
— 123° 58'

Азимутъ T*b* = 311° 15', румбъ T*b*; NW 48° 45'
+ 180° —
— 265° 58'

Азимутъ *b*B' = 225° 17', румбъ *b*B'; SW 45° 17'
+ 180° —
— 26° 57

Азимутъ B'D' = 378° 20', румбъ B'D'; NO 18° 20'
+ 180° —
— 209° 58'

Азимутъ D'F'' = 348° 22', румбъ D'F''; NW 11° 38'
+ 180° —
— 252° 58'

Азимутъ F''H'' = 275° 24', румбъ F''H''; NW 84° 36
+ 180° —
— 100° 28'

Азимутъ H''K' = 354° 56', румбъ H''K'; NW 5° 4'
+ 180° —
— 308° 48'

Азимутъ K'L' = 226° 8', румбъ K'L'; SW 46° 8'

Азимутъ K'L' = 226° 8'
+ 180° —
— 90° —

Азимутъ L'M' = 316° 8 , румбъ L'M'; NW 43° 52'
+ 180° —
— 146° 25'

Азимутъ M A = 349° 43', румбъ M'A; NW 10° 17'
+ 180° —
— 143° 48'

Азимутъ AB = 385° 55' румбъ AB; NO 25° 55.

Послѣдній азимутъ показываетъ, что румбы вычислены вѣрно. Точно также вычисляются румбы и діагональныхъ линій. Потомъ вычисляютъ длину непристунныхъ разстояній, и тогда получаются всѣ данныя нужныя для наложенія снятой фигуры на бумагу.

Наложеніе границъ поэтому геодезическому журналу можно произвести помощію транспортира съ вышеописанными пріемами; но для большей точности должно прежде наложить многоугольникъ, составленный длинными линіями и увязать его; потомъ наложить линіи IK. KL. LM, MN, NP и увязать ихъ; потомъ RS, потомъ T*b* и *b*A' и увязать ихъ; потомъ B'D', D'F'', F''H , H'K ; K'L' и увязать ихъ.

3) Накладка по координатамъ.

Накладка плановъ помощію координатъ угловыхъ точекъ дѣлается такъ: сначала приготовляютъ геодезическій журналъ такъ, какъ это описано выше, потомъ вычисляютъ приращенія по абсциссамъ и ординатамъ по градусной величинѣ румбическихъ угловъ и по горизонтальному проложенію измѣренныхъ линій при чемъ знакъ приращенія будетъ зависѣть отъ румба линіи, т. е. если румбъ NO, то абсцисса и ордината получаютъ знакъ +, NW абсцисса + ордината ; SW абсцисса — ордината –; SO абсцисса — ордината +; потомъ опредѣляютъ невязку фигуры, такимъ образомъ сложивъ положительныя приращенія по абсциссамъ между собою, а отрицательныя приращенія по абсциссамъ между собою; берутъ разность этихъ суммъ и передъ нею ставятъ знакъ большей суммы, эта разность есть невязка по абсциссамъ; точно также опредѣляется невязка по ординатамъ, и тогда величина невязки периметра опредѣлится такъ: пусть невязка по абсциссамъ есть + a. невязка по ординатамъ — *b*, тогда невязка будетъ $x = \sqrt{a^2 + (\quad b^2)}$, взявъ для-

ну периметра опредѣляютъ $^1/_{400}$ его долю и если x не превышаетъ этой длины, то таковую невязку считаютъ возможною увязать. Увязка производится отдѣльно какъ по абсциссамъ, такъ и по ординатамъ, для чего невязку по абсциссамъ раздѣляютъ на длину периметра, выраженную десятками саженъ, стало быть частное выразитъ величину невязки на каждыя десять саженъ периметра. Точно также дѣлаютъ и съ невязкою по ординатамъ. Потомъ по длинѣ линій опредѣляютъ поправку, которую придаютъ къ соотвѣтственному приращенію съ обратнымъ знакомъ невязки. Исправивъ всѣ приращенія опредѣляютъ абсциссы и ординаты, угловыхъ точекъ такъ: приняв абсциссу и ординату для начальной точки равными нулю, то для второй точки абсцисса и ордината будутъ приращенія для этой точки; для третьей точки будетъ, абсциссею абсцисса точки предыдущей, сложенная съ приращеніемъ абсциссы для третьей точки, а ординатою будетъ ордината предыдущей точки сложенная съ ея приращеніемъ и т. д. Потомъ вычисляютъ (отдѣльно) приращенія координатъ для вершины угловъ составленныхъ короткими линіями и увязавъ ихъ отдѣльно точно также, какъ это было описано выше, находятъ и координаты ихъ въ связи съ координатами длинныхъ линій. Взявъ на бумагѣ взаимно перпендикулярныя линіи принимаютъ ихъ за оси координатъ, а точку пересѣченія за начало координатъ, отъ которой и наносятъ всѣ абсциссы и ординаты, руководствуясь слѣдующимъ: 1) абсциссы наносятъ положительныя вверхъ, отрицательныя внизъ; ординаты наносятъ положительныя вправо, отрицательныя влѣво; 2) нанеся точку должно взять по плану длину нанесенной линіи и сравнить съ длиною ея, записанною въ журналѣ, что послужитъ повѣркою наложенія.

Примѣчаніе 1. Зная, что бумага подвергается измѣненію отъ вліянія воздуха, поэтому полезно ввести бумагу ватманскую подклеенную холстомъ и на ней назначить квадраты по 5 дюймовъ въ бокѣ, (помощію машины), тогда удобно будетъ опредѣлять коефиціентъ разширенія бумаги; который и вводить при накладкѣ. Кромѣ того, имѣя такую бумагу, всякій желающій вычислить площадь фигуры по плану, принимая во вниманіе растяжимость бумаги будетъ получать всегда одинаковый результатъ съ даннымъ; въ противномъ случаѣ эти результаты вслѣдствіе растяжимости будутъ различны.

Примѣчаніе 2. Невязка не должна превышать $^1/_{400}$ доли периметра, потому что длина одной и той же линіи, опредѣленной тригонометрически разнится не болѣе какъ на $^1/_{400}$ отъ длины ея найденной по точному измѣренію цѣпью.

§ 59. Примѣръ накладки.

(Геодезическій журналъ тетрадь чертежей съ страницы 77-й).

Координаты угловыхъ точекъ могутъ быть найдены или по вычисленію логарифмами, или помощію особыхъ таблицъ; при этомъ координа-

ты вычисляются по градусной величинѣ румба линіи и по горизонтальному проложенію. Въ аналитической геометріи абсцисса точки вычисляется по длинѣ линіи на *Cos* прилежащаго угла; стало быть при геодезическихъ координатахъ таковая линія будетъ лежать вверхъ и потому геодезисты принимаютъ за ось абсциссъ направленіе меридіана а за ось ординатъ линію перпендикулярную къ меридіану.

1) Вычисленіе координатъ логарифмами.

Принявъ абсциссу и ординату первой точки равными нулю, приращенія координатъ для второй точки найдутся такъ:

$log\ 476 = 2{,}6776070;$	$log\ 476 = 2{,}6776070$
$log\ sin\ 25^\circ\ 55' = 9{,}6405445;$	$log\ cos = 9{,}9539677$
$log\ \Delta\ y = 2{,}3181515;$	$log\ \Delta\ x = 2{,}6315747$
Для 2 пункта $\Delta\ y = +208{,}04$	$\Delta\ x = +428{,}13$
Для 3 пункта $\Delta\ y = +501{,}5$	$\Delta\ x = 0$
$log\ 469 = 2{,}6711728;$	$log\ 469 = 2{,}6711728$
$log\ sin\ 17^\circ 33' = 9{,}4793420;$	$log\ cos\ 17^\circ 33' = 9{,}9792998$
$log\ \Delta\ y = 2{,}1505148;$	$log\ \Delta\ x = 2{,}6504726$
Для 4 пункта $\Delta\ y = +141{,}42$	$\Delta\ x = -447{,}17$
Для 5 пункта, $log\ 488{,}6 = 2{,}6889535;$	$log\ 488{,}6 = 2{,}6889535$
$log\ sin\ 9^\circ\ 26' = 9{,}2145787;$	$log\ cos\ 9^\circ\ 26' = 9{,}9940870$
$log\ \Delta\ y = 1{,}9035322;$	$log\ \Delta\ x = 2{,}6830405$
Для 5 пункта $\Delta\ y = -80{,}08$	$\Delta\ x = -481{,}99$
Для 10 пункта, $log\ 156{,}3 = 2{,}1939590;$	$log\ 156{,}3 = 2{,}1939590$
$log\ sin\ 88^\circ\ 45' = 9{,}9998966;$	$log\ cos\ 88^\circ 45' = 8{,}3387529$
$log\ \Delta\ y = 2{,}1938556;$	$log\ \Delta\ x = 0{,}5327119$
Для 10 пункта $\Delta\ y = -156{,}26$	$\Delta\ x = -3{,}41$
Для $a - log\ 188{,}4 = 2{,}2750809;$	$log\ 188{,}4 = 2{,}2750809$
$log\ sin\ 6^\circ\ 8' = 9{,}0287442;$	$log\ cos\ 6^\circ\ 8' = 9{,}9975069$
$log\ \Delta\ y = 1{,}30382251;$	$log\ \Delta\ x = 2{,}2722878$
Для точки $a\ \Delta\ y +\ 20{,}18$	$\Delta\ x + 187{,}32$
Для $A' - log\ 250{,}6 = 2{,}3989811,$	$log\ 250{,}6 = 2{,}3989811$
$log\ sin\ 75^\circ\ 13' = 9{,}9853805;$	$log\ cos\ 75^\circ 13' = 9{,}4068203$

$log\ \Delta\ y = 2{,}3843616$; $log\ \Delta\ x = 1{,}8058014$

Для точки A' $\Delta\ y$—242,30; $\Delta\ x$—63,94

Для 15 пункта $log\ 163{,}6 = 2{,}2137833$; $log\ 163{,}6 = 2{,}2137833$

$log\ sin\ 45^\circ\ 17' = 9{,}8516220$; $log\ cos\ 45^\circ 17' = 9{,}8473267$

$log\ \Delta\ y = 2{,}0654053$; $log\ \Delta\ x = 2{,}0611100$

Для 15 пункта $\Delta\ y = -116{,}25$ Δx—115,11

Для 21 пункта $log\ 265{,}3 = 2.4237372$; $log\ 265{,}3 = 2{,}4237372$

$log\ sin\ 43^\circ\ 52' = 9{,}8407223$; $log\ cos\ 43^\circ 52' = 9{,}8579078$

$log\ \Delta\ y = 2{,}2644595$; $log\ \Delta\ x = 9{,}2816450$

Для 21 пункта $\Delta\ y = -183{,}86$ $\Delta\ x + 191{,}27$

Для 1 пункта $log\ 311{,}4 = 2{,}4933186$; $log\ 311{,}4 = 2{,}4933186$

$log\ sin\ 10^\circ\ 17' = 9{,}2516772$; $log\ cos 10^\circ 17' = 9{,}9929673$

$log\ \Delta\ y = 1{,}7449958$; $log\ x\ x = 2{,}4862859$

Для 1 пункта $\Delta\ y$— 55,59; $\Delta\ x + 306{,}40$.

Имѣя приращенія, вносимъ ихъ въ вѣдомость, форма которой приложена въ чертежахъ страница 86, и по нимъ опредѣляемъ величину невязки слѣдующимъ образомъ: взявъ отдѣльныя суммы, положительныхъ и отрицательныхъ приращеній абсцисъ, т. е. 1113, 12 и 1111, 62 разность между ними, т. е. + 1,5 саж. выразитъ невязку по абсцисамъ. Такимъ же образомъ находимъ число — 3,51, которое выражаетъ невязку по ординатамъ.

Имѣя это, невязка периметра будетъ $\sqrt{(1{,}50)^2 + (3{,}51)^2}$, т. е. 3,8. Одна четырехъ сотая доля периметра равнаго 3270,7 сажени есть 8,2, слѣдовательно полевую работу можно считать вѣрною и, найденную невязку можно уничтожить черезъ пропорціональное разложеніе на всѣ приращенія слѣдующимъ образомъ:

1) Для уничтоженія невязки по абсцисамъ, величину 1,50 дѣлятъ на величину периметра, выраженную въ десяткахъ; т. е. на 327, и получаютъ поправку на каждыя 10 сажень длины линій периметра, т. е. 0,0046. Для уничтоженія невязки по ординатамъ величину — 3,51 дѣлятъ на 327 и получаютъ поправку на каждыя 10 сажень длины линій периметра, потомъ составляется слѣдующая таблица поправокъ.

	Для Δx	Для Δy
10	0,0046	0,0108
20	0,0092	0,0216
30	0,0138	0,0324
40	0,0184	0,0432
50	0,0230	0,0540
60	0,0276	0,0648
70	0,0322	0,0756
80	0,0368	0,0864
90	0,0414	0,0972
100	0,0460	0,1080

Для опредѣленія поправокъ: для точки B по длинѣ AB = 476 находимъ изъ таблицы для 400 сажень 0,184 и для 70 саж. 0,032, для 6 сажень 0,003 и сумма ихъ 0,22 придается къ 428,13 съ знакомъ минусъ и полученное число 427,91 вносится въ вѣдомость въ графу исправленныхъ приращеній абсциссъ, поправка же для приращенія ординаты найдется такъ: для 400 сажень 0,432; для 70 сажень 0;0756; для 6 сажень 0,0065; сумма ихъ 0,51 придается къ приращенію по ординатамъ съ обратнымъ знакомъ невязки отъ чего и получимъ 208, 55 что и вносится въ вѣдомость въ графу исправленныхъ приращеній ординатъ.

Для точки D по длинѣ линій BD находимъ изъ таблицы для 500;0,230; для 1 сажени 0,0004, сумму ихъ 0,23 придаемъ къ приращенію, равному нулю съ обратнымъ знакомъ невязки, отъ чего и получимъ $\Delta x = -0,23$, которую и вносимъ въ вѣдомость въ графу исправленныхъ приращеній абсциссъ.

Точно также исправляются и всѣ остальныя приращенія.

Уничтоживъ невязку фигуры, ограниченной большими линіями и діагоналями, приступаютъ къ вычисленію приращеній координатъ для тѣхъ короткихъ линій; которыя были замѣнены діагоналями, при этомъ приращенія для самыхъ діагоналей вновь не вычисляются, а берутся изъ предыдущаго вычисленія уже исправленными и потому оказавшаяся невязка въ фигурѣ, составленной короткими линіями и діагональю раскладывается только на сумму короткихъ линій, оставляя безъ всякаго измѣненія приращенія діагоналей, напримѣръ для фигуры HKLMNP находимъ невязку:

по абсцисамъ —0,85

— ординатамъ +1,83

чтобы опредѣлить поправки приращеній на каждую сажень периметра, то дѣлимъ эти числа не на длину всего периметра, а на сумму линій коротких; слѣдовательно въ нашемъ примѣрѣ дѣлимъ на 217 и составимъ слѣдующую таблицу.

	Поправки.	
	Для Δx	Для Δx.
1	0,0039	0,0084
2	0,0078	0,0168
3	0,0117	0,0252
4	0,0156	0,0336
5	0,0195	0,0420
6	0,0234	0,0504
7	0,0273	0,0588
8	0,0312	0,0672
9	0,0351	0.0756
10	0,0390	0,0840

На основаніи этой таблицы для точки К по длинѣ НК = 49 берутся поправки для абсцисы 0,19 и для ординаты 0,41 и придаются къ соотвѣтствешымъ приращеніямъ съ обратнымъ знакомъ и полученныя числа + 24,07 и —43,21 записываютъ въ вѣдомость.

Для опредѣленія приращеній точекъ № 11 и № 12 поступаютъ такъ принявъ абсцису и ординату № 11 равными нулю, опредѣляемъ приращенія абсциссъ и ординатъ точекъ № 12, a, № 11, т. е.

	Δx	$-\Delta y$
№ 11	— 0	—0
№ 12	+ 20,84	—37,27
a	+ 8,98	+34,11
№ 11	— 29,83	+ 3,30

Исправивъ приращенія ординатъ, (ибо невязка по абсцисамъ равна нулю), получимъ:

Δy № 12 = —37,29
a = —34,9
№ 11 = — 3,20.

Приращеніе точки a есть $\Delta x + 187{,}23$; $\Delta y - 119$; 94, абсцисса № 11 — абсциссѣ a + приращеніе для № 11, что и будетъ $+ 157{,}40 = \Delta x$; ордината № 11 = ординатѣ a + приращеніе для № 11, что и будетъ $-16{,}74 = \Delta y$.

Приращенія для № 13 относительно пункта № 12 найдутся такъ: къ приращенію абсциссы и ординаты для А придадимъ приращенія № 12 относительно a, и приращенія № 13 относительно А т. е. Δx для А $= -63{,}94$, для № 13 будетъ $\Delta x = 64{,}05 + 8{,}08 + 10{,}61 = -44.46$ Δy для № 12 — 242,30; $\Delta y = -242{,}04 + 34{,}13 + 39{,}09 = -168{,}82$.

Приращенія для № 15 относительно № 14 найдется такъ: къ приращеніямъ № 15 относительно А придадимъ приращенія А относительно № 14, то есть.

$$\Delta x = -115{,}18 + (-24{,}10) = -139{,}18$$
$$\Delta y = -116{,}07 + (-24{,}25 = -140{,}32.$$

Приращенія для № 21 относительно № 20 будутъ равняться: абсцисса абсциссѣ № 20 относительно № 15 и + абсцисса № 15 относительно № 20 тоже и ордината, т. е.

$$\Delta x = +191{,}15 + (-83{,}30) = +107{,}35$$
$$\Delta x = -183{,}57 + 80{,}16 = -103{,}41.$$

По исправленіи всѣхъ приращеній вычисляются координаты угловыхъ точекъ окружной межи чрезъ послѣдовательную придачу приращеній къ координатамъ предшествующей точки; принимая при этомъ во вниманіе знаки находящіеся предъ ними. Затѣмъ найденныя величины вносятся въ вѣдомость.

Предъ нанесеніемъ периметра на бумагу прежде всего нужно сообразить, какой должно взять листъ бумаги для плана и какъ выбрать на немъ точку для начала координатъ; для этого берутся изъ вѣдомости двѣ наибольшія абсциссы съ разными знаками и складываютъ ихъ, т. е. 427,91 и 501,92, сумма ихъ 929;83 черезъ это получится возможность узнать сколько дюймовъ обойденная дача займетъ по меридіану, въ нашемъ примѣрѣ до 10 дюймовъ; а чтобы опредѣлить сколько дюймовъ дача займетъ по параллели, то складываютъ двѣ наибольшія ординаты. Въ нашемъ примѣрѣ ординаты всѣ положительныя и большая изъ нихъ 852,52; слѣдовательно дача займетъ 4 квадрата; а потому листъ бумаги должно взять длиною въ 30, а шириною въ 25 дюймовъ, и такъ какъ онъ уже раздѣленъ на квадраты отъ 5 до 5 дюймовъ, то соображаясь съ длиною наибольшихъ положительныхъ и отрицательныхъ абсциссъ и ординатъ будетъ видно, что за начало координатъ удобно взять точку, находящуюся на пересѣченіи второй параллели снизу и перваго меридіана слѣва. Очертивъ кружкомъ начало координатъ, обозначаютъ

его нулемъ, а прочіе цифрами такъ: параллели лежащія вверхъ + 500; внизъ—500; а меридіаны находящіяся вправѣ: 1) +500, 2) +1000.

Когда листъ будетъ готовъ, тогда предъ самымъ отложеніемъ координатъ опредѣляется коефиціентъ разширенія бумаги такимъ образомъ: по масштабу, взятому для накладки, промѣряется нѣсколько квадратовъ въ длину и ширину и полученныя величины сравниваются съ принятыми на планѣ, такъ напримѣръ; пусть оказалось по оси абсцисъ 9,96 дюймовъ вмѣсто 10 и по оси ординатъ 9,965 дюймовъ вмѣсто 10; слѣдовательно листъ сжался по длинѣ 10-ти дюймовъ на 4 сажени, а по ширинѣ 10-ти дюймовъ на $3^1/_2$ сажени, принимая масштабъ 100 саженъ въ дюймѣ.

На основаніи полученныхъ разницъ составляется таблица для исправленія отъ сжатія бумаги.

	По абсциссамъ.	По ординатамъ.
На 50 саженъ	0,2	0,175
— 100 —	0,4	0,350
— 150 —	0,6	0,525
— 200 —	0,8	0,700
— 250 —	1,0	0,875
— 300 —	1,2	1,050

Имѣя всѣ данныя, накладку производятъ такъ: (чер. 152) обозначаютъ начало координатъ цифрою № 1; для наложенія 2 пункта B по координатамъ $x = +427{,}91$ и $y = +208{,}55$ берется для абсцисы дополненіе до 500 равное 72,09 исправляется отъ сжатія бумаги на число 0,5; затѣмъ остатокъ 71,79 откладывается въ квадратѣ A*bha* отъ *b* и *h* внизъ и полученныя точки *m* и *n* соединяютъ, потомъ откладываютъ на линіи *nm* отъ *m* ординату 208,55 исправленную отъ сжатія, т. е. 207,85. полученная точка B′ изобразитъ искомую точку B.

Для убѣжденія въ вѣрности нанесенія точки B должно взять длину нанесенной линіи и опредѣливъ по масштабу сличить съ записанною въ

журналѣ; если при этомъ получится разница не превышающая посадку бумаги по этой линіи, то накладка вѣрна, въ противномъ же случаѣ повѣряются отложенія координатъ и такимъ образомъ продолжаютъ наложеніе до начальнаго пункта.

Примѣчаніе. Если накладка всей дачи въ одинъ день не будетъ окончена, то на другой день передъ накладкою снова должно опредѣлить коэфиціентъ сжатія бумаги, и если онъ отличается отъ перваго, то должно составить вновь таблицу поправокъ и употреблять уже новую.

2) Вычисленіе координатъ по таблицамъ.

Такъ какъ таблицы координатъ вычислены отъ 5 до 5 минутъ, то для употребленія ихъ, румбы всѣхъ линій выражаютъ пятками минутъ; т. е. если минуты румба болѣе $2\frac{1}{2}$ минутъ, то берутъ слѣдующій пятокъ, а если менѣе, то ихъ отбрасываютъ, такъ напримѣръ, румбъ NO 15° 17′ его замѣняютъ NO 15° 15′; NO 15° 18′ его замѣняютъ NO 15° 20′, потомъ пріискиваютъ по таблицамъ величину приращеній такъ: (Геодезическій журналъ тетрадь чертежей съ страницы 77).

Первая линія имѣетъ румбъ NO 25° 55′ и горизонтальное проложеніе 476 въ таблицахъ находимъ страницу озаглавленную 25° 55′ и выписываемъ приращенія для абсцисы на 40 саж. = 35,9772 и увеличивъ въ 10 разъ, будемъ имѣть приращеніе для 400 = 359,772 и на 76 сажень = 68,3567, округляя суммы этихъ чисель сотыми долями получимъ 428,13.

На той же страницѣ находимъ приращенія и для ординаты сначала на 40 сажень 17,4825, а увеличивъ въ 10 разъ будетъ имѣть для 400 саж. — 174,825; а потомъ для 76; 33,2168 сумму этихъ чиселъ округляемъ сотыми долями 208,04, такъ какъ линія имѣетъ румбъ NO, то найденныя приращенія для абсцисы и ординаты вносятся въ вѣдомость съ знакомъ плюсъ.

Вторая линія имѣетъ румбъ прямо на Остъ, по этому приращеніе для нея по абсцисамъ будетъ равно нулю, а приращеніе по ординатамъ будетъ равно самому горизонтальному проложенію, т. е. 501,5 которое и вносится въ таблицу съ знакомъ плюсъ.

Третья линія имѣетъ румбъ Зюйдъ-Остъ 17° 33′ по этому въ таблицѣ отыскиваемъ страницу озаглавленную ближайшимъ пяткомъ, т. е. 17° 35′, и выписываемъ приращенія для абсцисы и ординаты сначала для 40 сажень и увеличиваемъ это въ 10 разъ, а потомъ до 60 и полученныя суммы округленныя сотыми долями вносимъ въ вѣдомость со знаками соотвѣтствующими этому румбу, т. е. приращеніе абсцисы со знакомъ минусъ, а приращеніе ординаты со знакомъ плюсъ.

Слѣдующая линія имѣетъ румбъ Зюйъ-Вестъ 9° 26′, отыскавъ страницу озаглавленную 9° 25 находимъ приращенія для абсциссы и ординаты по разстоянію для 40 саж. и увеличиваемъ въ 10 разъ, а потомъ для 88 саж. и для 0,6 сажень, полученныя суммы округленныя сотыми долями вносимъ въ вѣдомость со знакомъ принадлежащимъ румбу Зюйдъ-Вестъ, т. е. оба приращенія съ минусами.

Подобнымъ образомъ отыскиваются приращенія и для всѣхъ остальныхъ линій.

Примѣчаніе. Таблица координатъ съ большею пользою можетъ быть употребляема для нахожденія горизонтальныхъ проложеній данныхъ наклонныхъ линій, для этого должно принять уголъ наклоненія за румбъ, и тогда соотвѣтственныя приращенія абсциссы и будетъ искомымъ горизонтальнымъ проложеніемъ, такъ напримѣръ: пусть измѣрена линія въ 364,5 имѣющая уголъ наклоненія 9° 30′, изъ таблицъ находимъ соотвѣтствующую абсциссу для этой линіи 359,50, которая и будетъ искомымъ горизонтальнымъ проложеніемъ для данной линіи.

Примѣчаніе. При проложеніи діагональныхъ линій въ лѣсу должно предварительно вычислить уголъ, составленный этою діагональю съ предшествующею длинною линіею, что и дѣлаютъ такъ: пусть (чер. 153), предшествующая длинная линія AB съ короткою BD составляетъ уголъ 90°. BDE=240° и DEF=243°. Вообразимъ, что BD идетъ по направленію меридіана, тогда будетъ румбъ линіи Dn=SO 60°; румбъ линіи EF, NO 57° и по нимъ найдемъ слѣдующія приращенія:

		Δx	Δy
для	D —	30	—0
	E —	20,00	+31,64
	F —	24,51	+37,74.

Координаты точки B; $x=0$; $y=0$

— — F — $x=-25.49$; $y=+72,38$.

$$tang\ DBF=\frac{+72,38}{-25,49}.$$

$$log\ tang\ DBF=log\ 72,38-log(-25,49)$$

$$log\ 72,38=1,8596186$$

$$log\ 25,49=1,4063698\ (n)$$

$$log\ tg\ DBD=0,4532488\ (n)$$

$$DBD=180-70°\ 36'=109°\ 24'$$

уголъ $ABF=90°+109°\ 24'=199°\ 24'$.

Тогда уставя въ точку B астролябію пролагаютъ линію подъ этимъ угломъ, и въ случаѣ если она не придетъ въ точку F, то ее продолжаютъ до встрѣчи съ слѣдующею длинною линіею и опредѣляютъ на какомъ разстояніи она пересѣкаетъ длинную линію и подъ какимъ угломъ:

§ 60. Съемка внутренней ситуаціи.

Когда окружныя граничныя линіи будутъ нанесены на планъ и фигура увязана, тогда приступаютъ къ снятію внутренней ситуаціи, т. е къ снятію контуръ: пашенъ, луговъ, лѣсовъ, озеръ и проч., что и производится такими пріемами:

1. Обходомъ.

Если контура, которую нужно снять, ограничена прямыми линіями, то обходъ дѣлается также какъ и обходъ окружной границы; а если контура криволинейная, то ее сначала обводятъ прямыми линіями, которыя и снимаютъ какъ окружную границу; а положеніе самой кривой назначаютъ помощію перпендикуляровъ, которые проводятъ при измѣреніи длины прямыхъ линій, окружающихъ эту контуру.

Для того, чтобы знать гдѣ будетъ мѣсто снятой контуры на планѣ, нужно посмотрѣть, входитъ ли въ эту контуру какая нибудь линія окружной границы. Если входитъ, то снятую фигуру наносятъ къ этой линіи, и если не входитъ, то нужно сдѣлать примычку, т. е. провести отъ вершины какого нибудь угла этой контуры прямую линію до окружной границы, опредѣлить румбъ и длину этой линіи, при чемъ измѣряютъ и часть той граничной линіи, къ которой подошла примычка, (измѣреніе это дѣлается отъ точки пересѣченія примычки съ граничною линіею до ближайшаго ея конца) такъ напримѣръ (чер. 147) пусть снята контура *abfhk* и *an* есть примычная линія, для опредѣленія положенія точки *a*, относительно снятой окружной границы должно измѣрить одинъ изъ угловъ L′*na* или M′*na*, или оба эти угла и длину линій *an* и M′*n* или L′*n*, смотря потому какой измѣренъ былъ уголъ, т. е. если M′*na*, то M′*n*, а если L′*na*, то L′*n*, потомъ по румбу L′M′ опредѣляется румбъ *na* и нанеся на планъ отъ точки M′ или L найденную длину M′*n* или L′*n* черезъ полученную отъ этого точку проводятъ линію подъ румбомъ линіи *an*, и отложивъ ея длину отъ точки *n*, получаютъ точку, соотвѣтственную точкѣ *a*, отъ которой и производятъ накладку фигуры *abfhk* (способами описанными). Для нанесенія кривой должно по линіямъ: *ab*, *bf*, и т. д. отложить найденныя разстоянія между подошвами перпендикуляровъ, потомъ изъ полученныхъ точекъ возставить перпендикуляры и на нихъ нанести длины соотвѣтственныхъ перпендикуляровъ натуры; тогда соединивъ полученныя точки будемъ имѣть и самый контуръ снимаемаго участка.

При этомъ ведутъ абрисъ и геодезическій журналъ совершенно также какъ и при обходѣ окружной границы. Такой способъ съемки можетъ

быть употребленъ съ особою пользою, когда снимаемыя дача лѣсная, или когда контуры внутренней ситуаціи очень велики.

II. Помощію линій, пересѣкающихъ дачу въ различныхъ направленіяхъ.

Для этого проводятъ линіи въ различныхъ направленіяхъ и опредѣливъ ихъ румбы измѣряютъ ихъ длину; при чемъ самыя контуры обрисовываются помощію перпендикуляровъ. Для ясности разсмотримъ (чер. 147) линіи. Aa^3,a^3b^3,b^3D^3,$D^3F^3k^3AD^4$,D^4m,mE,EF^5,F^{5}S проведены произвольно для снятія ситуаціи, такъ напримѣръ; AD^4,D^4m,mE,EF^5, для снятія дорогъ а линія F^{5}S для удостовѣренія въ вѣрности работъ и т. п. Этотъ способъ съемки удобенъ только въ тѣхъ случаяхъ, когда внутри границы много мелкихъ контуръ и когда самые промѣры не повредятъ посѣвамъ.

III. Помощію параллельныхъ линій.

Для этого черезъ всю дачу провѣшиваютъ линію и опредѣляютъ ея румбъ, потомъ промѣряя ее замѣчаютъ колышками разстоянія черезъ каждыя 50 сажень. Послѣ черезъ эти точки проводятъ къ главной линіи перпендикуляры, каждый изъ нихъ измѣряютъ отдѣльно и замѣчаютъ переходы контуръ ситуаціи, а границы контуръ между параллелями опредѣляются перпендикулярами. Этотъ способъ съемки можно употреблять только тогда, когда возможно будетъ дѣлать промѣры на всей дачѣ безъ вреда посѣвамъ. Главное неудобство этого способа состоитъ въ томъ, что эта работа слишкомъ медленна.

IV. Засѣчками.

Производство съемки засѣчками помощію астролябіи совершенно одинаково какъ и буссолью (см. § 37, статья *a*), съ тою только разницею, что при астролябической съемкѣ вмѣсто азимутовъ измѣряются углы, составленные визирными линіями.

V. Промѣрами изъ одной точки стоянія.

Способъ промѣровъ изъ одной точки стоянія начинается опредѣленіемъ положенія той точки, изъ которой намѣрены дѣлать промѣры, напримѣръ сначала опредѣляютъ положеніе точки M$''$ относительно P и H (чер. 147), потомъ надъ этою точкою ставятъ горизонтально астролябію и измѣряютъ углы: HM$''$A$''$, HM$''$$h''$, HM$''$$m''$, HM$''$$f''$ HM$''$$n''$. Потомъ измѣряютъ линіи: A$''$M$''$,h''M$''$,m''M$''$,f''M ,n''M$''$, тогда получа-

ются всѣ данныя для нанесенія фигуры A h' m'' f'' n''. Чтобы снятый контуръ нанести на бумагу, то прежде всего опредѣляютъ румбъ линіи HM и по немъ опредѣляютъ румбы линій A″M′,M′h''M m'', M′f'' и M″n'. Потомъ наносятъ точку M″, а отъ нея по румбамъ накладываютъ и линіи M′f'', M′n ,M A″, M″h'',M′m , отложивъ на нихъ отъ M″ горизонтальныя проложенія соотвѣтственныхъ измѣреній, полученныя точки должно соединить сообразно съ линіями мѣстности, отъ чего и получится контуръ нанесенный.

Если при съемкѣ какую нибудь линію промѣрить нельзя напримѣръ M′n'', то должно поступать такъ промѣрить $f''n'$ или n'A′ и потомъ растворѐніемъ циркуля должно описать дугу, тогда пересѣченіе ея съ направленіемъ M n'' дастъ искомую точку, или имѣя эти данныя опредѣлить тригонометрически длину M′n' и потомъ нанести какъ было сказано выше.

Примѣчаніе. Для снятія городовъ, селъ и деревень должно проводить линіи по улицѣ и сзади домовъ, а самое положеніе строеній опредѣлять помощію перпендикуляровъ.

VI. Промѣрами.

Способъ промѣровъ состоитъ въ томъ, что контуры мѣстности снимаются во время измѣренія линій, проводимыхъ отъ одного опредѣленнаго пункта къ другому и пересѣкающихъ мѣстность въ различныхъ направленіяхъ, (какъ будетъ то нужно).

Для съемки промѣрами нужно имѣть точки, опредѣленныя помощію триангуляціи.

Триангуляціею или сѣтью называется рядъ треугольниковъ, находящихся въ зависимости другъ отъ друга.

Триангуляція бываетъ двухъ родовъ: тригонометрическая и геометрическая. Составленіе сѣти, какой бы то ни было, начинается избраніемъ линіи для основанія треугольниковъ, которая называется базисомъ, съ концевъ этой линіи опредѣляются другія точки, отъ этихъ точекъ еще опредѣляются точки и при томъ если составляется сѣть тригонометрическая, то углы измѣряются инструментомъ и потомъ по извѣстному базису и угламъ длины боковъ треугольниковъ вычисляются тригонометрически.

Геометрическая сѣть или триангуляція составляется помощію графическаго черченія безъ всякихъ вычисленій.

При составленіи сѣти для снятія внутренней ситуаціи, основаніе должно быть измѣрено раза три, или за базисъ принимаютъ одну изъ линій окружной границы. Углы для таковой сѣти измѣряются помощію ас-

тролябіи съ точностію до минуты и потомъ бока таковой сѣти вычисляются тригонометрически по извѣстному базису и по измѣреннымъ угламъ.

Сѣть считается составленною вѣрно тогда, когда длина бока треугольника получится одинаковая изъ рѣшенія двухъ смежныхъ треугольниковъ, независимыхъ по вычисленію другъ отъ друга, или повѣряется помощію координатъ точекъ окружной межи, т. е. въ первомъ случаѣ, извѣстный бокъ вычисленный изъ ряда треугольниковъ справа повѣряется вычисленіемъ изъ ряда другихъ треугольниковъ слѣва; во второмъ, взявъ координаты одной изъ точекъ окружной межи, привязанной къ сѣти (*), вычисляются послѣдовательно координаты точекъ сѣти, лежащихъ по извѣстному направленію черезъ всю дачу до какого либо другаго пункта окружной межи то же привязаннаго къ сѣти, и если координаты этого пункта сѣти получатся одинаковы съ координатами точки окружной межи, вычисленными по привязкѣ къ другимъ пунктамъ сѣти, то работа будетъ вѣрна.

Тригонометрическая сѣть астролябіею составляется такъ: взявъ за базисъ линію окружной межи (чер. 147), или часть линіи, такъ напримѣръ: отъ №-3 къ №-4 длиною 252 ½ сажени, по смежности съ дачею деревни Грабли, разставляютъ вѣхи такъ, чтобы составленные треугольники приблизительно были равносторонніе и эти точки обозначаютъ вѣхами. Потомъ на сѣверный конецъ базиса, т. е. въ пунктѣ 3 становится астролябія и ею измѣряютъ углы съ точностію до одной минуты, между пунктами: южнымъ концемъ базиса и вѣхою № II, a = равный 47° 58′ и между вѣхами №№ II и V, b равный 57° 27′. Послѣ этого переходятъ южный конецъ базиса и измѣряютъ углы между точками: сѣвернымъ концемъ и вѣхою № II, a' равный 55° o'. Потомъ между №№ II и III, f равный 52° 31′. Третьей точкой стоянія избираютъ № II и измѣряютъ углы между точками: сѣвернымъ и южнымъ концами базиса, a'' равный 77° 1′, между сѣвернымъ концемъ базиса, вѣхою № V, b' равный 83°, между № V и IV, h равный 35° 24′, между IV и III, m равный 83° 59′, между № III и южнымъ концемъ базиса, f' равный 80°. Потомъ изъ пункта № III измѣряютъ углы: между № I и II, f''' равный 47° 30′, между № II и IV, m' равный 45° 2′; между № IV и VI, n равный 44° 43′. Изъ пункта № VI измѣряютъ углы: между № VIII и IV, n'' равный 76° 1′; между № IV и VII, y' равный 57° 30′. Изъ пункта № VII измѣряютъ углы: между № VI и IV y' равный 58° 44′; между № IV и V, a' равный 44° 57′. Изъ пункта № V измѣряютъ углы: между № VII и IV, x'' равный 53° o'; между № IV и II, h'' равный 40° 36′; между № II и сѣвернымъ концемъ базиса b' равный 39° 38′. Изъ пункта № IV измѣряютъ углы: между № II и III, m'' равный 50° 59′; между

(*) О привязкѣ дачъ будетъ говорено ниже.

№ III и VI, n' равный 59° 14', между № VI и VII, y равный 63° 46'; между № VII и V, x равный 82° 1'; между № V и II, h' равный 10° 40'.

Теперь слѣдуетъ исправить измѣренные углы такъ:

къ треугольникѣ	№ I. $a+a'+a''=179°\ 59'$
исправленные	$a=47°\ 58'$; $a=\ 55°\ 1'$; $a''=77°\ 1'$
въ треугольникѣ	№ II. $f+f'+f''=180°\ 1'$
исправленные	$f=52°\ 30'$ $f'=\ 80°\ o'$; $f''=47°\ 30'$
въ треугольникѣ	№ III, $m+m'+m''=180°$
въ треугольникѣ	№ IV, $n+n'+n''=179°\ 58'$
исправленные	$n=44°\ 44'$; $n'=59°\ 14$; $n''=76°\ 2'$
въ треугольникѣ	№ V $y+y'+y''=180°$
въ треугольникѣ	№ VI $x+x'+x''=179°\ 58'$
исправленные	$x=82°\ 1'$;$x'=44°\ 58'$; $x''=53°\ 1'$
въ треугольникѣ	№VII $h+h'+h''=180°$
въ треугольникѣ	№VIII $b+b'+b''=180°$

Вычисленіе сѣти производится такъ:

Треугольникъ № 1.

$a=47°58'$; $a'=55°\ 1'$; $a''=77°\ 1'$

log 252,5 = 2,40226	*log* 252,5 = 2,40226
log sin 47°58' = 9,87085	*log sin* 55°1' = 9,91345
Comp log sin 77°1' = 0,01125	*Comp log Sin* 77°1' = 0,01125
2,28436	2,37696
I и II = 192,5	№ 3—II = 212,3.

Треугольникъ № 2.

$f=52°30'$; $f'=80°\ 0'$; $f''=47°30$

log I и II = 2.28436	*log* I и II = 2,28436
log Sin 80 — 9,99335	*log Sin* 52° 30 — 9,89947
Comp log Sin 47°30 = 0,13237	*Comp log Sin* 47° 30 = 0,13237
2,41008	2,31620
I и III = 257,1	II и III = 207,1

Треугольникъ № 3.

m 83°59′ ; m' = 45° 2′ ; m'' = 50°59

log II и III = 2,31620	*log* II и III = 2,31620
log Sin 83°59 = 9,99760	*log Sin* 45°2′ = 9,84974
Comp log Sin 50°59′ = 0,10960	*Comp log Sin* 50°59′ = 0,10960
2,42340	2,27554
III и IV = 265,0	II и IV = 188,6

Треугольникъ № 4.

n = 44°44′ ; n' = 59° 14′ ; n'' = 76°2′

log III и IV = 2,42340	*log* III и IV = 2.42340
log Sin 59° 14′ = 9,93412	*log Sin* 44°44′ = 9,84745
Comp log Sin 76°2′ = 0,01303	*Comp log Sin* 76° 2′ = 0,01303
2,37055	2,28388
III и VI. = 234,7	IV и VI = 192,3.

Треугольникъ № 5.

y = 63°46′ ; y' = 57°30′ ; y'' = 58°44

log IV и VI = 2,28388	*log* IV и VI = 2,28388
log Sin 63°46 = 9,95279	*log Sin* 57°30 = 9,92603
Comp log Sin 58°44′ = 0,06816	*Comp log Sin* 58°44′ = 0,06816
7,30483	2,27807
VII и VI = 201,8	IV и VII = 189,7

Треугольникъ № 6.

x = 82°1′ ; x' = 44°58 ; x'' = 53°1

log IV и VII = 2,27807	*log* IV и VII = 2,27807
log Sin 82°1′ = 9,99577	*log Sin* 44°58′ = 9,84923
Comp log Sin 53°1′ = 00,9756	*Comp log Sin* 53° 1′ = 0,06756
2,37140	2,22486
V и VII = 235,2	IV и V = 167, 8

Треугольникъ № 7.

$h = 35°24'$; $h' = 104°0'$; $h'' = 40°36'$

log II и IV = 2,27554	*log* IV и V = 2,22486
log Sin 76 = 9,98690	*log Sin* 76° = 9,98690
Comp log Sin 40°36' = 0,18657	*Comp log Sin* 35°24' = 0,23711
2,44901	2,51975
II и V = 283,1	II и V = 283,1

Треугольникъ № 8.

$b = 57°27'$; $b'' = 83°0'$; $b'' = 39°33'$; V и № 3 = 331,0

log V и II = 2,44887	*log* II и № 3 = 2,32696
log Sin 83° = 9,99675	*log Sin* 83° = 9,99675
Comp log Sin 57°27 – 0,07424	*Comp log Sin* 39°33' = 0,19603
2,51986	2,51975

V и № 3 = 331,0; V и № 3 = 330,9; средняя V и № 3 = 331,0

Сѣть наносится по координатамъ совершенно также, какъ наносили и окружную границу.

Самое же дѣйствіе съемки производится такъ: пусть (чер. 154) точки №№ 1, —2,—3,—4 и 5 будутъ точки опредѣленныя триангуляціею. Съемщикъ начинаетъ дѣйствіе промѣромъ съ точки № 1 на точку № 2, при чемъ онъ ведетъ абрисъ всѣмъ переходамъ качествъ. Если встрѣтитъ какую нибудь криволинейную контуру, то снимаетъ ее перпендикулярами, дойдя до точки *a* и видя, что далѣе до № 2 лежитъ одно качество, съемщикъ сворачиваетъ отъ *a* на № 3, измѣряя эту линію онъ опять ведетъ абрисъ и дойдя до *b* поворачиваетъ опять на № 2 для обрисовки контуръ, лежащихъ между точекъ *b* и № 2, дойдя до *f* и видя, что далѣе до № 2 одно качество опять поворачиваетъ на № 3 и дойдя до *h* поворачиваетъ на № 4, дойдя до *m* и видя, что до № 4 остается одно качество поворачиваетъ на № 5 и т. д.

Произведя промѣры, съемщикъ по абрису наноситъ всё снятое на планъ такимъ образомъ: соединивъ на планѣ точки № 1 и № 2 откладываетъ длину № 1 *a*, потомъ соединяетъ *a* съ № 3 и откладываетъ *ab*; соединивъ *b* съ № 2, откладываетъ *bf* и т. д.

Когда ломанная будетъ нанесена, то по абрису наносятъ и всѣ подробности, отъ чего и получится подробный планъ снимаемаго участка. Для большей вѣрности будетъ не лишнее сдѣлать промѣры, напримѣръ:

отъ *f* до № 2 и отъ *h* до № 3 и т. п., и тогда увязка ихъ удостовѣритъ въ вѣрности работы.

Примѣчаніе. При промѣрахъ непремѣнно должно съ точностію измѣрять углы наклоненій.

Снятіе полосъ.

Снятіе полосъ должно производить отдѣльно кварталами, неиначе какъ по способу промѣровъ производя ихъ по направленію ширины полосъ.

При составленіи тригонометрической сѣти для таковой съемки, должно, какъ можно болѣе опредѣлять пунктовъ и располагать ихъ такъ, чтобы при промѣрѣ отъ одного къ другому пересѣкать полосы по возможности поперекъ ихъ и подъ прямыми углами

Такого рода съемка необходима для точнѣйшаго вычисленія площадей полосъ, на томъ основаніи, что ошибка, происходящая отъ промѣра циркулемъ ширины полосы на планѣ, окажетъ большее вліяніе на величину площади, чѣмъ такая же ошибка по длинѣ полосы, напримѣръ: если длина полосы 200 сажень а ширина 6, то ошибка на $^1/_4$ сажени въ ширинѣ дастъ погрѣшность въ площади 50 сажень на 1200, или на $^1/_{14}$ долю площади; ошибка же на $^1/_4$ сажени въ длинѣ дастъ погрѣшность $1^1/_2$ сажени на 1200, или $^1/_{800}$ всей площади.

Съемка чрезполосныхъ владѣній (чер. 155) начата отъ пункта сѣти № I измѣреніемъ по провѣшенной линіи на пунктъ сѣти № III, при чемъ ведется абрисъ, въ который и записываютъ длину Ak, т. е. до подошвы перпендикуляра, опущеннаго изъ изгиба прогона на измѣряемую линію, а также и длину перпендикуляра kk; измѣряя далѣе, записываютъ разстояніе Al, т. е. до подошвы перпендикуляра, опущеннаго изъ точки пересѣченія границы луга съ прогономъ; а также и длину перпендикуляра ll'; дойдя до точки a, записываютъ разстояніе Aa и оставляется признакъ, промѣряя далѣе записываютъ разстояніе An и длину перпендикуляра nn; промѣряя далѣе и дойдя до точки A_3, записываютъ разстояніе AA_3 и оставляютъ признакъ для снятія изгибовъ полосъ; потомъ записываютъ разстояніе Ap и длину перпендикуляра pp'; записавъ на сколькихъ саженяхъ линія переходитъ прогонъ и записавъ разстояніе Af оставляетъ въ точкѣ f признакъ, нужный для снятія полосъ; а для повѣрки работъ промѣряетъ отъ f до пункта сѣти № III. Подобнымъ же образомъ дѣлаютъ промѣры отъ пункта сѣти № III по провѣшенной линіи на пунктъ сѣти № IV. Возвратившись на оставленный признакъ a, начинаютъ дѣлать промѣръ на пунктъ окружной межи № 3 и при этомъ перпендикулярами снимается линія, отдѣляющая лугъ отъ пашни; при чемъ записываютъ: длины aa'', aa''', ab^{IV} и ah и длины перпендикуляровъ: $a''b''$, $a'''b'''$, $b^{IV}a^{IV}$ и hh'. Дойдя до точки h и видя, что

далѣе до конца линіи одно качество, поворачиваютъ отъ h на пунктъ сѣти № II и при измѣреніи линіи h № II опредѣляется граница между пашнею и перелогомъ, производя съемку перпендикулярами и при этомъ записывается на скольких саженяхъ линія переходитъ полосы и чьего они владѣнія, такимъ образомъ: на 12 саженахъ начинается полоса владѣльца a, на 20,5 сажен. перпендикуляръ $h''h'''$ мѣрою 9,1 саж., на 24 саж. переходитъ полосу владѣльца b и т. д. Дойдя до пункта сѣти № II съемщикъ поворачиваетъ на пунктъ сѣти № 1 и при этомъ записываетъ на скольких саженяхъ эта линія переходитъ полосы и чьего владѣнія.

Если при промѣрахъ случится, что какая либо полоса дѣлаетъ уголъ, котораго вершина не будетъ лежать на измѣряемой линіи, тогда должно положеніе этого угла опредѣлить помощію перпендикуляра. Напримѣръ чтобы снять границу полосы $h^5tt'x'$ опускаютъ перпендикуляры tx^{IV} и $t't''$; при чемъ записываютъ длины № II x^{IV} и № II t'', а также и длину перпендикуляровъ tx^{IV} и $t't''$. Точно такимъ же образомъ дѣлаютъ промѣры отъ признака b на пунктъ сѣти № II и отъ № II на признакъ A_3, и такимъ образомъ продолжаютъ проводить линіи и измѣрять ихъ подобно тому, какъ это было уже описано.

Когда съемка чрезполосностей одного квартала будетъ окончена, тогда приступаютъ къ нанесенію снятаго на планъ, при чемъ накладку производятъ въ томъ самомъ порядкѣ, въ какомъ производили съемку, т. е. соединяютъ пунктъ сѣти № 1 съ пунктомъ сѣти № III и отъ начала линіи наносятъ горизонтальныя проложенія всѣхъ записанныхъ разстояній, т. е. Ak, Al, и т. д. Потомъ возставляютъ перпендикуляры согласно абриса и на нихъ откладываютъ горизонтальныя проложенія соотвѣтственныя длинѣ ихъ въ натурѣ; потомъ соединяютъ нанесенную точку a съ пунктомъ окружной межи № 3 и на ней наносятъ горизонтальныя проложенія всѣхъ сдѣланныхъ въ полѣ измѣреній; соединивъ полученную точку h съ пунктомъ сѣти № II, наносятъ по этой линіи горизонтальныя проложенія всѣхъ сдѣланныхъ измѣреній и т. д.

§ 61. ПРИВЯЗКА ОКРУЖНЫХЪ МЕЖЪ КЪ ПРИЗНАКАМЪ ЕСТЕСТВЕННЫМЪ, ИЛИ КЪ ПУНКТАМЪ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКОЙ СѢТИ.

Привязка окружныхъ границъ снятыхъ участковъ къ естественнымъ признакамъ, или къ пунктамъ тригонометрической сѣти производится съ двумя цѣлями: 1) чтобы относительно тѣхъ пунктовъ, къ которымъ привязана окружная граница, можно было найдти эту границу и возобновить ее, и 2) если на мѣстности составлена тригонометрическая сѣть то, чтобы снятую границу можно бы было помѣстить на планѣ на томъ

самомъ мѣстѣ, какое она занимаетъ въ натурѣ относительно пунктовъ сѣти.

Основаніемъ привязки служитъ способъ опредѣленія четвертой точки къ тремъ даннымъ и потому разсмотримъ какъ можетъ быть произведено это опредѣленіе.

Во первыхъ, разсотримъ, какое можетъ быть положеніе опредѣляемой точки относительно трехъ данныхъ A, B и D (черт. 156); опредѣляемая точка: 1) M лежитъ внутри треугольника, составленнаго тремя данными точками, 2) M′ —внѣ треугольника противъ бока, и внутри круга проведеннаго черезъ три данныя точки, 3) M″ —внѣ треугольника противъ стороны и внѣ круга, проведеннаго чрезъ три данныя точки, и 4) M —противъ угла между продолженными сторонами; во всѣхъ этихъ случаяхъ положеніе этой точки опредѣляется одинаково слѣдующимъ образомъ:

Предположимъ, что (чер. 157) требуется опредѣлить положеніе точки M относительно пунктовъ сѣти A, B, H; ставъ съ угломѣрнымъ снарядомъ въ точку M, измѣряютъ углы x и y. Такъ какъ сѣть вычислена, то слѣдовательно длина боковъ AB, BH, и HA извѣстна, и пусть это будетъ a, b, h, чтобы опредѣлить углы f и f' и длины AM и HM, разсмотримъ треугольники ABM и MBH, изъ перваго найдемъ MB: $h = \sin f : \sin x$;

откуда $MB = \frac{h \sin f}{\sin x}$; изъ треугольника BMH, $MB = \frac{a \sin f'}{\sin y}$ или

$\frac{h . \sin f}{a . \sin f'} = \frac{\sin x}{\sin y}$; или помноживъ обѣ части равенства на $\frac{a}{h}$ получимъ

$$\frac{\sin f}{\sin f'} = \frac{a . \sin x}{h . \sin y}.$$

Найдемъ такой уголъ φ, котораго тангенсъ равнялся бы $\frac{a . \sin x}{h . \sin y}$;

слѣдовательно $tang. \varphi = \frac{\sin f}{\sin f'}$; стало быть $\frac{1}{tg \varphi} = \frac{\sin f'}{\sin f}$; изъ этого

можемъ составить $\frac{1 + tg\varphi}{1 - tg\varphi} = \frac{\sin f' + \sin f}{\sin f' - \sin f}$; замѣнивъ первую часть равенства $tg(45 + \varphi)$, получимъ $tag.(45° + \varphi) = \frac{tag\ ½\ (f' + f)}{tag\ ½\ (f' - f)}$. Здѣсь

величины φ и $f' + f$ извѣстны ибо: $f' + f = 360 - (B + x + y)$ то

$tg\ .\ ½\ (f''-f) = \frac{tg\ ½(f''+f)}{tg\ .\ (45+\varphi)}$ или $tg\ .\ ½(f''-f) = fg.½\ (f''+f)$. $Cotg\ (45^0+\varphi)$. Зная полусумму и полуразность угловъ f'' и f' опредѣлимъ и самые углы, а по нимъ легко вычислить и длины AM, BM и HM.

Примѣчаніе: Положеніе точки лежащей на окружности круга проведенною черезъ три данныя точки, опредѣлить нельзя, ибо тогда $f+f=180^0$ и если подставить это въ формулу, то получимъ, что $g\ ½\ (f''-f) = \frac{tg\ 90}{tg(45+\varphi)} = \frac{\infty}{tg(45+\varphi)}$; т. е. положеніе точки дѣйствительно не опредѣляется.

Очень можетъ встрѣтиться надобность опредѣлить двѣ точки по тремъ даннымъ и при томъ изъ каждой опредѣляемой точки видны двѣ данныя и опредѣляемая, тогда должно поступать такъ: напримѣръ (чер. 158) предположимъ, что изъ опредѣляемой точки H видны только A, B и M, а изъ M видны B, D и H измѣривъ углы a, b, a' и b' будемъ имѣть изъ треугольника A B H; $\frac{BH}{AB} = \frac{sin\ m}{sin\ a}$; изъ треугольника HBM; $\frac{BM}{BH} = \frac{sin\ b}{sin\ b'}$, и изъ треугольника MBD имѣемъ $\frac{BD}{BM} = \frac{sin\ a'}{sin\ n}$; перемноживъ эти пропорціи получимъ $\frac{BH\ .\ BM\ .\ BD}{AB\ .\ BH\ .\ BM} = \frac{sin\ m\ .\ sin\ b\ .\ sin\ a'}{sin\ n\ .\ sin\ a\ .\ sin\ b'}$, а сокративъ получимъ $\frac{BD}{AB} = \frac{sin\ m\ .\ sin\ b\ .\ sin\ a'}{sin\ n\ .\ sin\ a\ .\ sin\ b'}$ или $\frac{sin\ m}{sin\ n} = \frac{BD\ .\ sin\ a\ .\ sin\ b'}{AB\ .\ sin\ b\ .\ sin\ a'}$; прировнявъ вторую часть равенства $tg\ \varphi$, дальнѣйшій выводъ будетъ одинаковъ съ начальнымъ; при чемъ опредѣлимъ углы m и n; а зная ихъ и рѣшивъ треугольники найдемъ AH, BH, BM, и DM.

Но можетъ встрѣтиться слѣдующій случай (чер. 159) что изъ опредѣляемой точки H видны A, D и M, а изъ M видны B, D и H, тогда изъ точки H измѣряются углы m и n, а изъ точки M измѣряются углы m' и n', и изъ треугольника ADH будемъ имѣть $\frac{AD}{DH} = \frac{sin\ m}{sin\ h}$; изъ

треугольника HDM, $\frac{DH}{MD} = \frac{sin\,(m'+n')}{sin\,n}$; изъ треугольника BDM, $\frac{DM}{BD} = \frac{sin\,h'}{sin\,n'}$; перемноживъ и потомъ сокративъ получимъ $\frac{AD}{BD} = \frac{sin\,m\,.\,sin(m'+n')\,sin\,h'}{sin\,h\,.\,sin\,n\,.\,sin\,n'}$; или $\frac{sin\,h'}{sin\,h} = \frac{AD\,.\,sin\,n\,.\,sin\,n'}{BD\,.\,sin\,m\,.\,sin(m'+n')}$

приравнявъ вторую часть $tg\,\varphi$, далѣе будемъ поступать какъ въ первомъ случаѣ.

Для опредѣленія точки по двумъ даннымъ должно поступать такъ (чер. 160) предположимъ, что требуется опредѣлить положеніе точки D относительно данныхъ A и B, разстояніе между которыми 1800 саж., то для этого возьмемъ такую произвольную точку H, изъ которой бы были видны данныя точки A и B и опредѣляемая D; измѣривъ углы n, m, n' и m', принимаютъ длину DH извѣстною напр. въ 300 саж и вычисляютъ AB; пусть нашли AB = 2000 саж., изъ этого опредѣлимъ длину DH такъ $\frac{1800}{2000} = \frac{x}{300}$; $x = \frac{1800\,.\,300}{2000} = \frac{540}{2} = 270$; зная, что DH = 270 саженямъ легко опредѣлить AD, DB, а по этимъ даннымъ найдемъ и углы DAB и ABD, стало быть точка будетъ опредѣлена

Теперь предположимъ; что окружную границу снимаемой дачи требуется привязать къ естественному сигналу, такъ напримѣръ къ колокольнѣ церкви, находящейся внутри снимаемой границы (чер. 147); ставъ въ точкѣ A измѣряютъ уголъ M AZ, а изъ точки M измѣряютъ уголъ AM Z, когда по длинѣ AM и этимъ угламъ вычисляются длины линій AZ и M Z; опредѣливъ черезъ вычисленіе азимуты линій AZ и M Z окружная граница будетъ привязана.

Предположимъ, что требуется привязать точку окружной границы A (чер. 161) къ пунктамъ сѣти B, D, H, причемъ извѣстны углы: B = 27° 51'; D = 140°2' и H = 12°7'. Линія BD = 1416,45; HB = 4337,03.

Измѣривъ изъ точки A углы m и n находимъ m = 146°31', n = 42°54'; подставя въ формулы получимъ $tg\varphi = \frac{BH\ Sin\ n}{BD\ Sin\ m}$ и $tg\ ½\ (a-b) = tg\,½\,(a+b).\ Cotg\ (45^0+\varphi)$.

log BH = 3,6371924	log BD = 3,1512012
$log\ Sin\ n$ = 9,8329691	$log\ Sin\ m$ = 9,7416986
3,4701615	2,8928998

$$\log tg\ \varphi = 0{,}5772617;\ \varphi = 75°10'27'',7$$

$$\tfrac{1}{2}(b+a) = 180 - \tfrac{1}{2}\{B+m+n) = 71°22'$$

$$tg\ \tfrac{1}{2}(b--a) = tang\ 71°22 .\ Cotg\ (120°10'27\ ,7)$$

$$\log\ tg\ 71°22' = 0{,}4721318$$

$$\log Cotg\ (120°10'27'',7) = 9{,}7644363\ (n)$$

$$\log tg\ \tfrac{1}{2}(a-b) = 0{,}2366181(n)$$

$$a-b = 120°6'$$

Слѣдов. $a = 191°28 = 11°28'$

$b = -48°44 = 131°16'$

$$AB = BD\frac{Sin\ b}{Sin\ n}\ ;\qquad AB = BH\frac{Sin\ a}{Sin\ m}$$

$\log BD = 3{,}1512012$	$\log BH = 3{,}6371924$
$\log Sin\ b = 9{,}8760145$	$\log Sin\ a = 9{,}2984116$
$Comp\ log Sin\ a = 0{,}1670309$	$Comp\ log\ Sin\ m = 0{,}2583014$
$\log\ AB = 3{,}1942466$;	$\log AB = 3{,}1939054$
$AB = 1564{,}03$; $AB = 1562{,}81$; средн. вел. для $AB = 1563{,}42$	

$$AH = \frac{BH Sin x}{Sin\ m};\quad AH = \frac{AB Sin x}{Sin\ a};\quad x = 180-(146°31' + 11°28');\quad x = 22°1'$$

$\log BH = 3{,}6371924$	$\log AB = 3{,}1940757$
$\log Sin\ x = 9{,}5738880$	$\log Sin\ x = 9{,}5738880$
$Comp\ log Sin\ m = 0{,}2583014$	$Comp\ log Sin\ a = 0{,}7015884$
$\log AH = 3{,}4693818$	$\log\ AH = 3{,}4695521$
$AH = 2947{,}17$;	$AH = 2948{,}17$; $AH = 2947{,}59$

$$AD = \frac{BD Sin\ y}{Sin\ b}\ ;\qquad AD = \frac{AB Sin\ y}{Sin\ b}$$

$\log BD = 3{,}1512012$	$\log AB = 3{,}1940757$
$\log Sin\ y = 9{,}0070436$	$\log Sin\ y = 9{,}0070436$
$Comp\ log\ Sin\ n = 0{,}1670309$	$Comp\ log\ Sin\ b = 0{,}1239855$
$\log AD = 2{,}3252757$	$\log AD = 2{,}3251048$
$AD = 211{,}48$; $AD = 211{,}40$; сред. вел. для $AD = 211{,}44$	

Имѣя разстоянія опредѣляемой точки отъ трехъ данныхъ найдемъ и ихъ азимуты.

Пусть азимуты данныхъ линій есть: BD— 72° 26′
DH—112° 24′
HB—280° 17′

Слѣдовательно азимутъ BA будетъ 78° 16′
— — DA — 121° 10′
— — HA — 291° 45′.

§ 62. Розысканіе въ натурѣ границъ по данному плану.

При розысканіи границъ въ натурѣ могутъ встрѣтиться слѣдующіе случаи:

a) Когда сохранились въ натурѣ двѣ конечныя точки одной и той же линіи и b) когда только одна.

a) Пусть (чер. 162) ABCD представляетъ планъ, по которому нужно сдѣлать розысканіе границъ, и пусть въ натурѣ сохранились пункты B и C. Придя на точку B, опредѣляютъ румбъ линіи BC, тогда разность румбовъ найденнаго и записаннаго на планѣ выразитъ отклоненіе стрѣлки отъ меридіана прежней съемки, найдя эту величину, должно перечислить всѣ данные румбы такимъ образомъ:

Пусть найденный румбъ линіи BC будетъ NO 53°, а записанный на планѣ SO 55 градусовъ; слѣдовательно стрѣлка отклоняется отъ меридіана прежней съемки къ западу на 2 градуса и тогда новый румбъ линіи CD будетъ SW 45 линіи DA = NW 46, а линіи AB = NO 47. Перечисливъ румбы, переходятъ въ точку C, устанавливаютъ горизонтально астролябію и ставятъ подвижные діоптры такъ, чтобы коллимаціонная плоскость этихъ діоптровъ имѣла румбъ SW 45 градусовъ, тогда по направленію ихъ вѣшатъ линію, которую и начинаютъ мѣрить, отмѣривъ записанную на планѣ длину линіи CD, т. е. 230 сажень, замѣчаютъ эту точку и очевидно, что она будетъ соотвѣтствовать точкѣ D плана.

Точно также розыскиваютъ и точку A. (*)

(*) Примѣчаніе. Если измѣряемая линія лежитъ негоризонтально, то слѣдуетъ по данному горизонтальному положенію ея на планѣ и найденнымъ въ натурѣ угламъ наклоненія должно опредѣлить длину соотвѣтственной наклонной, которую и отмѣрить въ натурѣ.

b) Когда при розысканіи границъ по данному плану въ натурѣ будетъ найденъ только одинъ пунктъ тогда прежде всего должно посмотрѣть въ надписи плана по какому меридіану онъ сочиненъ: по истинному или по магнитному меридіану. Если планъ составленъ по истинному меридіану, то должно опредѣлить склоненіе стрѣлки отъ истиннаго меридіана, потомъ перечислить всѣ румбы по стрѣлкѣ и послѣ по найденнымъ румбамъ произвести розысканіе такимъ образомъ: предположимъ, что въ натурѣ сохранился только одинъ пунктъ B (чер. 163) и планъ на эту дачу сочиненъ по истинному меридіану, и пусть склоненіе стрѣлки найдено восточное на 3 градуса, тогда румбы линій по стрѣлкѣ будутъ: CB, NO 38:CD, SO 42; DE, SW 34; EA, SW 76. и AB, NW 9. Приготовивъ это, устанавливаютъ въ точкѣ B горизонтально астролябію и даютъ подвижнымъ діоптрамъ такое положеніе, чтобы коллимаціонная плоскость ихъ, шла на румбъ NO 38 градусовъ; тогда по направленію этихъ діоптровъ вѣшать линію и отъ точки B отмѣриваютъ длину линіи, записанную на планѣ, т. е. 160 сажень. Замѣтивъ полученную точку будемъ имѣть точку соотвѣтствешую точкѣ C на планѣ.

Точно также производятъ и розысканіе остальныхъ точекъ.

Но если планъ будетъ сочиненъ по магнитному меридіану, то должно опредѣлить склоненіе стрѣлки отъ магнитнаго меридіана прежней съемки, что и дѣлаютъ такъ:

Прежде находятъ склоненіе стрѣлки отъ истиннаго меридіана, пусть оно будетъ восточное 3 градуса; на планѣ же записано склоненіе стрѣлки отъ истиннаго меридіана, напримѣръ западное 3 градуса; слѣдовательно въ настоящее время стрѣлка имѣетъ склоненіе отъ магнитнаго меридіана прежней съемки къ востоку на 6 градусовъ.

Перечисливъ данные румбы по стрѣлкѣ производятъ розысканіе границъ способомъ вышеописаннымъ.

Но при этомъ можетъ случиться, что склоненіе стрѣлки на планѣ не записано, а записано что планъ сочиненъ по магнитному меридіану, то въ этомъ случаѣ нужно обратиться къ смежнымъ дачамъ, и если по планамъ ихъ найдемъ хотя одну, что она снята въ одномъ году съ данною дачею, то должно посмотрѣть, не записано ли тамъ склоненіе стрѣлки: если есть, тогда это склоненіе можно принять и въ розыскиваемой дачѣ; а если нѣтъ, тогда нужно постараться найдти въ какой нибудь смежной дачѣ два послѣдовательныхъ пункта, и опредѣливъ по нимъ склоненіе стрѣлки отъ магнитнаго меридіана прежней съемки, должно принять это склоненіе и перечисливъ румбы розыскивать границы способомъ уже описаннымъ.

Если при розыскиваніи границъ въ дачѣ окажется, что въ натурѣ не сохранилось ни одного пункта, тогда должно опять обратиться къ планамъ смежныхъ дачь и по нимъ розыскать хотя одинъ пунктъ. Найдя его произвести розысканіе способомъ описаннымъ.

Розысканіе пункта по смежнымъ планамъ дѣлается такъ: пусть (чер. 164) А дача, въ которой нужно розыскать границы, а В дача смежная, на которую есть планъ и въ которой сохранилось одинъ или два послѣдовательныхъ пункта. Предположимъ, что найдены два послѣдовательные пункта a и b. По этимъ пунктамъ пользуясь правилами прежде описанными, розыскиваютъ пунктъ С, а потомъ d: но такъ какъ по плану видно, что пунктъ d принадлежитъ и дачѣ А, то, найдя его уже легко произвести розысканіе границъ, употребивши одинъ изъ прежде описанныхъ способовъ.

Если дача, которой нужно произвести розысканіе границъ, была привязана къ пунктамъ тригонометрической сѣти, тогда розысканіе производится слѣдующимъ образомъ: (чер. 165) предположимъ, что точка Н окружной межи была привязана къ пунктамъ тригонометрической сѣти A,B,D, избираемъ какую нибудь произвольную точку М и по извѣстнымъ пріемамъ опредѣляемъ положеніе ея относительно тѣхъ же точекъ тригонометрической сѣти, посредствомъ чего опредѣлятся длины линій АМ, ВМ,DM, а также и азимуты этихъ линій; имѣя же эти данныя величины, мы можемъ опредѣлить координаты точки М, такъ какъ координаты точки Н извѣстны, то слѣдовательно можно опредѣлить разстояніе НМ такъ: $НМ = \sqrt{(x' - x)^2 + (y - y)^2}$. Судя по азимиту линіи НМ, мы заключаемъ; что точка М лежитъ между искомою точкою Н и точкою сѣти D, тогда въ треугольникѣ ВМН будетъ извѣстенъ уголъ МВН, равный разности азимутовъ линіи ВН и ВМ: кромѣ того длины боковъ ВН и ВМ тоже извѣстны, а по двумъ сторонамъ и углу должно рѣшить треугольникъ ВМН и опредѣлить уголъ ВМН: а зная этотъ уголъ и длину линіи МН легко найдти и самую точку Н.

Если при розысканіи границъ будетъ достовѣрно извѣстно, что ось абсцисъ взята по направленію истиннаго меридіана, тогда азимутъ линіи МН опредѣлится такъ: изъ прямоугольнаго треугольника $Мp$Н, $tang.$ $НМp = \frac{Нp}{Мp} = \frac{(y' - y)}{(x' - x)}$; слѣдовательно азимутъ МН = 180 + НМp. Зная азимуты ВМ и МН легко опредѣлить уголъ ВМН и тогда будемъ имѣть всѣ данныя для опредѣленія точки Н. При этомъ должно замѣтить, что промѣряя линію МН, надобно опредѣлять углы наклоненій каждой цѣпи и потомъ по извѣстнымъ правиламъ, должно опредѣлить длину, соотвѣтственную горизонтальному положенію МН при извѣстныхъ углахъ наклоненій.

ГЛАВА X.

ИНСТРУМЕНТЫ И СПОСОБЫ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНІЯ КОЛИЧЕСТВА ЗЕМЛИ ВЪ СНЯТЫХЪ УЧАСТКАХЪ.

§ 63. Вычисленіе площадей изъ непосредственныхъ измѣреній въ натурѣ.

а) Вычисленіе площадей по координатамъ угловыхъ точекъ.

Когда исчисляемая фигура была наложена по кординатамъ, тогда и площадь ея вычисляется тоже по координатамъ слѣдующимъ образомъ: пусть (чер. 166) многоугольникъ ABDEFH наложенъ по кординатамъ и кординаты его угловыхъ точекъ есть:

	абсцисы	ординаты
Для A =	x	y
для B =	x'	y'
для D =	x'' . . .	y''
для E =	x''' . . .	y'''
для F =	x^{IV} . . .	y^{IV}
для H =	x^{V} . . .	y^{V}

то искомая площадь P будетъ равна

$$P = \tfrac{1}{2}\{(x'' - x)y' + (x''' - x')y'' + (x^{\text{IV}} - x'')y''' + (x^{\text{V}} - x''')y^{\text{IV}} + (x - x^{\text{IV}})y^{\text{V}} + (x' - x^{\text{V}})y\}$$ или

$$P = \tfrac{1}{2}\{(y'' - y)x' + (y''' - y')x'' + (y^{\text{IV}} - y'')x''' + (y^{\text{V}} - y''')x^{\text{IV}} + (y - y^{\text{V}})x' + (y' - y)x\}.$$

Примѣчаніе: Разсматривая данный многоугольникъ видимъ, что площадь его ABDFFH = aABDEFK — aAHFK. Площадь aABDEFK равна суммѣ площадей трапецій aABb + bBDf + fDEh + hEFK; а площадь aAHFK = aAΠm + mHFK. Опредѣлимъ теперь каждую отдѣльно:

Площадь $aABb = \frac{1}{2}\{x' + x\}\{y' - y\}$; $bBDf = \frac{1}{2}\{x'' + x'\}\{y'' - y'\}$; $fDEh = \frac{1}{2}\{x''' + x''\}\{y''' - y''\}$; $hEFk = \frac{1}{2}\{x^{iv} + x'''\}\{y^{iv} - y'''\}$. Площадь $aABDEFK = \frac{1}{2}\{(x' + x)(y' - y) + (x'' + x')(y'' - y') + (x''' + x'')(y''' - y'') + (x^{iv} + x''')(y^{iv} - y''')$.

Площадь трапеціи $aAHm = \frac{1}{2}(x + x^{v})(y^{v} - y)$; $mHFK = \frac{1}{2}(x^{v} + x^{iv})(y^{iv} - y^{v})$; и такъ $aAHFK = P' = \frac{1}{2}\{(x + x^{v})(y^{v} - y) + (x^{v} + x^{iv})(y^{iv} - y^{v})\}$: а искомая площадь $ABDEFH = P'' = P' - P$, т. е. $P'' = \frac{1}{2}\{x + x')(y' - y) + (x' + x'')(y'' - y') + (x'' + x''')(y''' - y'') + (x''' + x^{iv})(y^{iv} - y''')\} - \{\frac{1}{2}((x + x^{v})(y^{v} - y) + (x^{v} + x^{iv})(y^{iv} - y^{v}))\}$.

Выставя $\frac{1}{2}$ за собки и раскрывъ скобки получимъ:

$$P'' = \frac{1}{2}\left[\{y'x + y'x' - yx - yx' + y''x' + y''x'' - y'x'' - y'x' + y'''x'' + y'''x''' - y''x''' - y''x'' + y^{iv}x''' + y^{iv}x^{iv} - y'''x''' - y'''x^{iv}\} - (y^{v}x + y^{v}x^{v} - yx - yx^{v} + y^{iv}x^{v} + y^{iv}x^{iv} - y^{v}x^{v} - y^{v}x^{iv})\right].$$

Раскрывъ всѣ скобки получимъ:

$$2P'' = (y'x + y'\underset{**}{x'} - y\underset{*}{x} - yx' + y''x' + y''\underset{***}{x''} - y'x'' - y'\underset{**}{x'} + y'''x'' + y'''\underset{****}{x'''} - y''\underset{***}{x''} - y''x''' + y^{v}x''' + y^{iv}\underset{*****}{x^{iv}} - y'''\underset{****}{x'''} - y^{iv}x^{iv} - y^{v}x - y^{v}\underset{***}{x^{v}} + y\underset{*}{x} + yx^{v} - y^{iv}x^{v} - y^{iv}\underset{*****}{x^{iv}} + y^{v}\underset{***}{x^{v}} + y^{v}x^{iv}).$$

Сокративъ и собравъ члены съ одинаковыми производителями получимъ:

$$2P = \{x - x'')y' + (x' - x''')y'' + (x'' - x^{v})y''' + (x''' - x^{v})y^{iv} + (x^{iv} - x)y^{v} + (x^{v} - x'')y\}$$ или

$$2P = \{(y'' - y)x' + (y''' - y')x'' + (y^{iv} - y'')x''')(y^{v} - y''')x^{iv} + (y - y^{iv})x^{v} + (y' - y^{v})x\}.$$

Для примѣра разсмотримъ чертежъ 147, здѣсь площадь фигуры состоитъ изъ двухъ частей, изъ нихъ первая есть многоугольникъ $AmnFHKLMNpRSTbB'D'F''H''K'L'M'$, а вторая площадь $mBDn$, образовавшаяся прямою и берегомъ рѣки.

Площадь многоугольника вычисляется помощію координатъ. Взявъ разности абсцисъ съ приличествующими знаками, беремъ сумму положительныхъ разностей, (смотри вѣдомость координатъ тетрадь чертежей стр. 86) и сумму отрицательныхъ; такъ какъ онѣ равны; слѣдовательно разности взяты вѣрно. Потомъ перемножаемъ + 427,68 на + 208,55 и

полученное произведеніе + 89192,6640 вносимъ въ вѣдомость въ графу, озаглавленную двойная площадь по абсциамъ. Потомъ - 447,62 умножаемъ на + 710,59 и полученное произведеніе съ знакомъ — 318074,2958 вносимъ въ вѣдомость и т. д. перемножаемъ всѣ разности. Потомъ разности ординатъ помножаемъ на абсцисы, т. е. + 710,59 на + 427,91 и полученное произведеніе + 304068,5669 вносимъ въ вѣдомость въ графу, озаглавленную двойная площадь по ординатамъ и т. д.

Взявъ алгебраическія суммы площадей отдѣльно по абсцисамъ и ординатамъ, равенство ихъ послужитъ признакомъ, что площадь вычислена вѣрно. Раздѣливъ найденную двойную площадь 12199 3,1122 на 2 и потомъ на 2400 получимъ 254 десятины 396,56 саж.

Во взятомъ примѣрѣ кромѣ площади многоугольника, есть еще площадь заключенная между линіею mn и берегомъ BD, при вычисленіи которой изъ мѣръ въ натурѣ поступаютъ такъ: вся площадь состоитъ изъ треугольниковъ Bmm' и Dnn' и изъ трапецій $Bm'\ m\ m\ m''m'''n'n''$, и $Dn'n''n^{v}$.

Въ треугольникѣ Bmm' извѣстно $Bm = 16,5$

уголъ $Bmm' = 64°\ 5'$

Въ треугольникѣ Dnn' . . . . . $Dn = 22$

уголъ $Dnn' = 72°25'$

По этимъ даннымъ изъ таблицъ координатъ найдемъ

$Bm' = 14,84$ $\quad mm' = 7,21$

$Dn' = 20,97$ $\quad nn' = 6,65$

Площадь $Bmm' = 53,50$ кв. саж.

Площадь $Dnn' = 69,70$ —

Для вычисленія площади трапеціи $Bm'''m''m'$ имѣемъ $m'''m'' = 27$ саж. по измѣренно въ натурѣ

— $Bm' = 14,84$—найдено изъ треугольн. Bmm'

— $m'm'' = mm'' - mm' = 193 - 7,21 = 185,79$.

Площадь трапеціи $Bm'm''m'' - 3886,73 = 1$-д. 1486.73 саж.

Для вычисленія площади трапеціи $m\ m'''n'n$ имѣемъ

$m''m''' = 27$ саж. — изъ мѣры въ натурѣ.

$n\ n''$ — 57 саж. при углѣ наклоненія въ 13 градусовъ, что будетъ въ

въ горизонтальной проэкціи $= 55,54$

$m''n'' = 347$ саж. - 193 саж. по измѣренію въ натурѣ, но до 250 саж. уголъ наклоненія 0°, до 267 саж. 8°, до 280 саж. 4°, до 317 саж. 5° и до 347 саж. 0°; слѣдовательно горизонтальная проэкція $m'n' =$ $= 346,67 - 193 - 153,67$. Площадь трапеціи $m''m''n'n' =$ 6341,96 - 2-д 1541,96. Для вычисленія площади трапеціи $n'n''n''D$ имѣемъ:

проэкція $n^{v}n' = 55{,}54$

$Dn' = 20{,}97$

$n'n^{v} = 501{,}5 - nn' - mm'' = 148{,}18$

а площадь $n^{v}n''n'D = 5661{,}22 = 2$-д $861{,}22$

И такъ сумма трехъ трапецій и двухъ тригольниковъ будетъ $= 6$-д $1613{;}1$

Вся же площадь будетъ 254 десят. 396.6 саж. + 6 десят. 1613,1 сажень будетъ $= 260$ д, 2010.

b) Вычисленіе полосъ изъ мѣръ въ натурѣ.

Предположимъ, что требуется найдти площадь полосы (черт. 155) $h'a^{iv}x^{vii}bp'p_2p_3p_4p_5p_6p_7p_8p_9p_{10}p_{11}gx^{v}h$.

Разсматривая эту полосу видимъ, что она раздѣлена на 8 частей. Вычисленіе площади первой части $Ah'h$ B должно произвести такъ: площадь тригольника $Bh\ \ h$ вычисляется по Bh измѣренной въ натурѣ и по $h'\ h''$ тоже измѣренной въ натурѣ; остальная часть $h'Ah''h$ состоитъ изъ двухъ тригольниковъ: площадь перваго найдется если длину $h''h'''$, измѣренную въ натурѣ умножимъ на половину длины перпендикуляра, опущеннаго изъ h' на $h'\ h$ взятую съ плана. Площадь тригольника $h'''h'A$ найдется если длину Ah'', найденную въ натурѣ, помножимъ на половину длины перпендикуляра, опущеннаго изъ h' на Ah''', взятую съ плана.

Для вычисленія фигуры AB. $a^{iv}x^{vii}x^{v}$ поступаютъ такъ: найдемъ площадь $BhDx^{v}$ и вычтемъ изъ нея площадь $hAa^{iv}x^{vii}D$. Площадь $BhDx^{vi}$ можно предстовить изъ двухъ тригольниковъ Bhx^{vi} и $x^{vi}Dh$; площадь тригольника Bhx^{vi} получится если длину hB, найденную по измѣренію въ натурѣ умножить на половину длины перпендикуляра, проведеннаго изъ x^{vi} на hB, взятую съ плана. Площадь тригольника hDx^{vi} найдется если длину $x^{vi}D$ найденную въ натурѣ умножимъ на половину длины перпендикуляра опущеннаго изъ h на Dx^{vi}, взятую съ плана.

Площадь $hAa^{iv}x^{vii}D$ найдется такъ: площадь тригольника Ahb^{iv} равна произведенію длины hb^{iv}, найденной въ натурѣ, на половину длины перпендикуляра, проведеннаго изъ A на hb^{iv}, взятую по плану.

Площадь тригольника $Aa^{iv}b^{iv}$ найдется если длину $a^{iv}b^{iv}$, найденную въ натурѣ, умножимъ на половину длины перпендикуляра проведеннаго изъ A на $a^{iv}b^{iv}$, взятую съ плана.

Площадь тригольника $a^{iv}b^{iv}x^{vii}$ найдется если длину $a^{iv}b^{iv}$, найденную по измѣренію въ натурѣ, умножимъ на половину длины перпендикуляра проведеннаго изъ x^{vii} на $a^{iv}b^{iv}$, взятую съ плана.

Площадь треугольника $x^{vii}Db^{v}$ найдется если длину Dx^{vii}, найденную въ натурѣ, умножить на половину длины перпендикуляра, проведеннаго изъ b^{v} на $x^{vii}D$, взятую съ плана.

Подобнымъ образомъ вычисляются и остальныя части полосы.

Примѣчаніе: Если при вычисленіи полосъ встрѣтится такой треугольникъ, котораго измѣрены всѣ три стороны, тогда площадь его должно вычислить по этимъ даннымъ, т. е. $P = \frac{a}{b}\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$, гдѣ p есть полупериметръ треугольника.

§ 64. Вычисленіе площадей разбивкою на части.

Когда дача снята и наложена на планъ, то прежде нежели планъ будетъ раскрашенъ, можно вычислить его площадь, разбивая данную фигуру на части.

При вычисленіи площади данный многоугольникъ разбиваютъ на треугольники и вычисляютъ площадь каждаго треугольника отдѣльно по формулѣ Геометріи: что площадь треугольника равна половинѣ произведенія изъ основанія на его высоту; очевидно, что сумма площадей треугольниковъ дастъ площадь всего многоугольника. Площадь многоугольника можно вычислить и такимъ образомъ:

Пусть требуется (чер. 167.) найдти площадь многоугольника ABHDEF, соединивъ два противоположныхъ угла, напримѣръ A и D, опускаютъ на линію AD перпендикуляры, отъ чего данный многоугольникъ разобьется на треугольники и трапеціи;

Площадь треугольника $ABb = Bb \times \frac{Ab}{2}$.

— трапеціи $mbBH = (Bb + Hm) \times \frac{bm}{2}$

— треугольника $mHD = Hm \times \frac{mD}{2}$

— — $fDE = Ef \times \frac{Df}{2}$

— трапеціи $FhfE = (Ef + Fh)\frac{hf}{2}$

— треугольника $AhF = Fh \times \frac{Ah}{2}$.

Сумма всѣхъ этихъ площадей даетъ искомую площадь.

Если данный многоугольникъ можетъ быть разбитъ на прямоугольники, то раздѣляютъ его на прямоугольники и тогда площадь каждаго прямоугольника найдется отъ умноженія его основанія на высоту, а сумма площадей всѣхъ прямоугольниковъ дастъ площадь всего многоугольника.

Когда площадь многоугольника будетъ слишкомъ велика, то полезно вписать въ нее какой нибудь правильный четыреугольникъ такой величины, какъ дозволитъ периметръ многоугольника, а остальную часть площади можно будетъ разбить: или на треугольники; или на трапеціи, или на прямоугольники.

Площадь многоугольника, вычисленная какимъ либо описаннымъ способомъ получается въ квадратныхъ сажеяхъ, которыя должно перевести на десятины. для чего полученное число квадратныхъ сажень нужно раздѣлить на 2400, т. е. на величину закономъ опредѣленной десятины и тогда частное выразитъ число десятинъ, а остатокъ. - число квадратныхъ сажень.

Если граница дачи будетъ криволинейная. какъ напримѣръ (чер. 168) AB, то должно соединить точки A и B, прямою линіею и вычислить площадь многоугольника ABDE, потомъ раздѣлить прямую AB на такія равныя части, чтобы части кривой, заключенныя между двумя послѣдовательными перпендикулярами, (проведенными изъ точекъ дѣленія на линію AB) можно было принять за прямыя линіи, отъ описаннаго построенія получится два треугольника Aab и opB и трапеціи $abhf$, $fhnm$ и $mno'p'$, $xp'o'y$, $yxzt$; $tzpo$.

Площадь треугольника $\mathrm{A}ab = \frac{ab}{2} \times \mathrm{A}a.$

— — $op\mathrm{B} = \frac{op}{2} \times \mathrm{A}a$; (ибо $\mathrm{B}p = \mathrm{A}a$).

— трапеціи $abhf = \left(\frac{ab+hf}{2}\right) \mathrm{A}a$; (ибо $\mathrm{A}a = af$).

$$fhmn = \left(\frac{fh+nm}{2}\right) \times \mathrm{A}a.$$

$$mno'p' = \left(\frac{nm+o'p'}{2}\right) \times \mathrm{A}a.$$

$$p'o'yx = \left(\frac{o'p'+xy}{2}\right) \times \mathrm{A}a.$$

$$xytz = \left(\frac{xy+tz}{2}\right) \times Aa.$$

$$tzop = \left(\frac{tz+op}{2}\right) \times Aa.$$

И такъ площадь $P = Aa\left(\frac{ab}{2} + \frac{op}{2} + \frac{ab}{2} + \frac{fh}{2} + \frac{fh}{2} + \frac{mn}{2} + \frac{mn}{2} + \right.$

$\left.\frac{o'p'}{2} + \frac{o'p'}{2} + \frac{xy}{2} + \frac{tz}{2} + \frac{op}{2} + \frac{xy}{2} + \frac{tz}{2}\right)$; или $P = Aa\,(ab + op +$

$fh + mn + o\ p' + xy + zt)$; придавъ найденную площадь P къ площади многоугольника ABDE, получимъ площадь всей фигуры.

Когда общая площадь будетъ вычислена, тогда приступаютъ къ вычисленію площадей контуръ отдѣльныхъ угодій, находящихся внутри границы, употребляя прежде описанные способы вычисленій.

По вычисленіи отдѣльныхъ площадей должно взять ихъ сумму, и если она разнится отъ общей площади не болѣе какъ на $^1/_{200}$ долю всего количества, то можно положиться, что вычисленіе сдѣлано вѣрно; въ противномъ случаѣ нужно перечислить снова какъ общую площадь, такъ равно и площади отдѣльныхъ контуръ.

Примѣчаніе: Количество земли подъ дорогами и ручьями вычисляется такъ: измѣривъ ихъ длину, должно умножить на ширину ихъ и число полученныхъ сажень раздѣлить на 2400, отъ чего и будемъ имѣть ихъ площадь въ десятинахъ.

§ 65. Исчисленіе площадей плановъ помощію особыхъ инструментовъ.

Инструментовъ, употребляемыхъ для вычисленія площадей въ настоящее время довольно много, но между всѣми первое мѣсто долженъ занять полярный планиметръ Амслера, какъ самый удобный изъ всѣхъ извѣстныхъ намъ планиметровъ.

Планиметръ Амслера.

Полярные планиметры Амслера устроиваются двоякимъ образомъ:

1) Планиметры для одного масштаба.

2) Планиметры для разныхъ масштабовъ.

1) Планиметръ для одного масштаба.

a) Устройство (чер. 169).

Рычаги AB и DE соединены между собою штифтомъ и винтомъ *a* такъ, что они могутъ сближаться и отдаляться другъ отъ друга. На рычагѣ AB устроено гнѣздо B, въ которое проходитъ винтъ *b*, упирающійся въ стальный штифтъ F.

Штифтъ F имѣющій на своей поверхности спиральный нарѣзъ и валикъ HH', упирается однимъ концемъ въ винтъ *b*, а другимъ концемъ въ винтъ *k*.

Боковая поверхность валика HH' раздѣлена на 100 равныхъ частей, которыя черезъ каждыя десять дѣленій подписаны цифрами: 0,1,2,3,4, 5,6,7,8 и 9.

Близъ валика HH помѣщенъ поніусъ M, помощію котораго можно отсчитывать десятыя доли дѣленій валика.

На рычагѣ AB на вертикальной оси устроенъ движущійся кружокъ N, верхняя поверхность котораго раздѣлена на 10 равныхъ частей.

На оси кружка N устроена шестерня, въ зубцы которой входитъ спиральный нарѣзъ штифта F. При обращеніи валика HH обращается штифтъ F и слѣдовательно кружекъ N.

Для счета дѣленій на кружкѣ N къ рычагу AB придѣланъ показатель P.

Къ рычагу AB привинчивается пластинка *nn*, въ которую проходитъ штифтъ, верхняя часть его *m* служитъ ручкою, а нижняя *m* дѣлается остроконечною и ею обводятъ тотъ контуръ, котораго площадь желаютъ опредѣлить.

На концѣ рычага DE устроена острая игла *h*, которая втыкается въ столъ и служитъ опорою шструмента,

Для большей устойчивости сверху иглы накладывается тяжесть T.

b) Изслѣдованіе.

Предъ употребленіемъ планиметра нужно удостовѣриться въ слѣдующемъ:

1) Валикъ HH долженъ вращаться совершенно свободно не касаясь поніуса M.

2) Винты, которыми поддерживается штифтъ F должны быть ввинчены на столько, чтобы вращеніе штифта было сводобно, и чтобы онъ не имѣлъ замѣтныхъ движеній по направленію своей длины. (По временамъ кончики его нужно смазывать масломъ).

3) Кружекъ N долженъ вращаться свободно.

c) Употребленіе.

Планиметръ должно поставить на бумагу такъ, чтобы валикъ HH штифтъ m' и остріе иглы h касались бумаги. При этомъ иглѣ h даютъ такое положеніе, чтобы штифтъ m' могъ свободно двигаться по границѣ исчисляемой контуры, и тогда иглу слегка втыкаютъ въ столъ, гдѣ она и должна быть постоянно во все время вычисленія.

Поставивши штифтъ m' на какую нибудь точку периметра фигуры, напримѣръ Z, должно отсчитать показанія на кругѣ N и валикѣ HH' такъ: пусть показатель P стоитъ между 3 и 4 дѣленіемъ кружка N, нуль ноніуса стоитъ между 85 и 86 дѣленіемъ валика HH' и 7-я черта ноніуса сливается съ дѣленіемъ валика; тогда отсчитанныя числа должны быть написаны въ такомъ порядкѣ: 3857, т. е. первая цифра есть меньшая изъ тѣхъ, между которыми стоитъ показатель P: вторая и третья меньшія изъ тѣхъ дѣленій валика HH' между которыми стоитъ нуль ноніуса, а четвертая есть показаніе ноніуса. Точно такой же порядокъ должно соблюдать и въ томъ случаѣ, когда вмѣсто нѣкоторыхъ цифръ будутъ нули. Сдѣлавъ этотъ отсчетъ, обводятъ штифтомъ m' по всей границѣ исчисляемой контуры (по тому направленію, какъ движутся стрѣлки на циферблатѣ часовъ) до начальной точки Z.

Примѣчаніе. На чертежѣ стрѣлка показываетъ движеніе штифта m'.

Когда обводъ будетъ окончѣнъ, т. е. штифтъ m' придетъ въ точку Z, тогда должно опять сдѣлать отсчитываніе подобно первому, т, е. пусть показатель P стоитъ между 7 и 8 дѣленіемъ кружка N, нуль ноніуса между 63 и 64 дѣленіемъ валика HH' и 5 черта ноніуса слилась съ дѣленіемъ валика; слѣдовательно отсчетъ будетъ 7635. Изъ этихъ двухъ отсчитываній легко найдти площадь исчисляемой фигуры; при чемъ нужно принять во вниманіе мѣсто иглы h, т. е. если остріе h было помѣщено внѣ исчисляемой фигуры, то площадь опредѣлиться разностію отсчитываній втораго безъ перваго, что въ нашемъ примѣрѣ выразится такъ 7635—3857 = 3778; и такъ число 3778 представляетъ искомую площадь, выраженую въ дѣленіяхъ планиметра.

Если при исчисленіи площади остріе иглы h было помѣщено внутри границы исчисляемой контуры, то правило вычисленія будетъ одно и то же, какъ и въ первомъ случаѣ, только должно ко второму отсчитыванію придать постоянное число, которое всегда вырѣзается на рычагѣ инструмента. Такъ напримѣръ.

Пусть первое отсчитываніе	1736
второе	2832 } +
постоянное число	11735 }
Сумма	14567
Первое отсчитываніе	1736

Тогда искомая площадь будетъ равна 12831 дѣленіямъ планиметра.

Когда исчисляемая фигура будетъ такъ велика, что инструментъ будетъ малъ для обвода ея въ одинъ разъ, то должно ее раздѣлить на части и каждую часть исчислить отдѣльно: очевидно, что сумма ихъ дастъ искомую площадь.

Примѣчаніе 1. При употребленіи планиметра гораздо удобнѣе ставить остріе h внѣ исчисляемой фигуры, что всегда можно сдѣлать даже и въ томъ случаѣ, когда данная фигура слишкомъ велика, (нужно только раздѣлить ее на части) и при этой установкѣ всегда первое отсчитываніе будетъ менѣе втораго.

Примѣчаніе 2. При отсчитываніи на кружкѣ N нужно имѣть слѣдующую предосторожность: когда показатель P будетъ стоять близко къ чертѣ дѣленія круга N, то должно посмотрѣть, гдѣ стоитъ нуль нонiуса, такъ напримѣръ если показатель P стоитъ близъ пятой черты, а нуль нонiуса не дошелъ до нуля, то считать 4, а если нуль нонiуса перешелъ нуль на валикѣ HH', то считать 5.

Примѣчаніе 3. При обводѣ контуры нуль кружка N можетъ переходить черезъ черту показателя P, въ такомъ случаѣ принимается за правило: когда онъ переходитъ, двигаясь въ прямомъ направленіи, т. е. кружекъ идетъ мимо показателя P сначала меньшимъ дѣленіемъ напр. 1 потомъ 2, 3 и т. д., тогда передъ четырьмя цифрами втораго отсчитыванія должно ставить 1, при каждомъ переходѣ показателя черезъ нуль напримѣръ: если онъ пройдетъ три раза, то поставить цифру 3. Если же нуль кружка N переходитъ черезъ черту показателя P въ обратномъ направленіи, т. е. сначала большимъ дѣленіемъ напр. 4 3, 2 и т. д., тогда нужно ставить единицу передъ четырьмя цифрами перваго отсчитыванія. Переходы же эти легко замѣтить, посматривая на кружекъ N. Исправивъ такимъ образомъ отсчитыванія должно поступать точно такъ, какъ уже было описано.

Примѣръ. Пусть остріе h было помѣщено внѣ фигуры и были сдѣланы отсчитыванія: первое 1786, второе 1861; во время обвода нуль кружка прошелъ черезъ показатель P одинъ разъ въ обратномъ направленіи и два раза въ прямомъ, то отсчитыванія

будутъ: первое 11786
второе 21861
разность. . . . 10075

что и выразитъ площадь фигуры въ дѣленіяхъ планиметра.

Пусть игла h была помѣщена внутри фигуры и сдѣланы были отсчитыванія: первое 1321, второе 3976, нуль кружка N перешелъ черезъ черту показателя P въ обратномъ направленіи два раза и въ прямомъ одинъ разъ: Тогда отсчитыванія будутъ: первое 21321, а второе 13976.

Тогда получимъ сумму втораго отсчета съ постояннымъ числомъ 25711 а вычтя изъ нея исправленное первое отсчитываніе 21321 получимъ для площади въ дѣленіяхъ планиметра 4390.

f) Опредѣленіе величины дѣленій планиметра

Такъ какъ принято площадь всегда выражать въ десятинахъ. по этому и нужно знать, чему будетъ равно одно дѣленіе планиметра при извѣстномъ масштабѣ?

Для этого должно начертить на бумагѣ фигуру и вычислить ея площадь способами геометрическими. потомъ планиметромъ; раздѣливъ число квадратныхъ саженъ исчисленной фигуры, на показаніи планиметра опредѣлится величина одного дѣленія валика НШ, напримѣръ: въ исчисленной фигурѣ 60000 саженъ. а показаніе планиметра 50 дѣленій: слѣдовательно одно дѣленіе = 1200, или = $^1/_2$ десятины.

Планиметры Амслера. устроенные для одного масштаба бываютъ двухъ родовъ.

1) Тѣ, въ которыхъ дѣленія выражаютъ собою квадратныя линіи. т. е. дѣленіе валика равно одной русской квадратной линіи. и 2) тѣ въ которыхъ одно дѣленіе валика равно $^1/_2$ десятины. (очевидно. должно принимать показаніе ноніуса за десятыя доли дѣленія валика).

Предположимъ, что одно дѣленіе планиметра есть квадратная линія, то при масштабѣ въ дюймѣ 100 саженъ, одинъ квадратный дюймъ на бумагѣ будетъ выражеть 10000 квадратныхъ саженъ въ натурѣ; слѣдовательно при такомъ масштабѣ одна квадратная линія будетъ выражать 100 квадратныхъ саженъ. Тогда для полученія площади въ квадратныхъ саженяхъ, должно число дѣленій планиметра, которое выражаетъ измѣряемую площадь умножить на 100 и полученное произведеніе представитъ площадь въ квадратныхъ саженяхъ. Раздѣливъ ее на 2400, будемъ имѣть площадь въ десятинахъ, или должно показаніе планиметра раздѣлить на 24, отъ чего и получатся прямо десятины.

Если исчисляемая фигура сдѣлана къ масштабѣ N саженъ въ дюймѣ, то получивъ число квадратныхъ саженъ, (разсматривая фигуру начертанною какъ будто въ масштабѣ 100 саженъ), должно помножить на квадратъ отношенія N къ 100. Такъ напримѣръ: фигура начерчена въ масштабѣ 50 саженъ въ дюймѣ, и пусть число квадратныхъ саженъ въ этой фигурѣ 11486 отношеніе 50 : 100 будетъ $\frac{50}{100} = {}^1/_2$, а въ квадратѣ $^1/_4$, и такъ площадь будетъ $\frac{11486}{4}$.

Пусть масштабъ былъ 500 саженъ въ дюймѣ. то площадь будетъ $11486 \times \left(\frac{500}{100}\right)^2$, или 11486×25.

Если одно дѣленіе планиметра равно $^1/_2$ десятины, то очевидно, что площадь данной фигуры, начерченной по масштабу 100 сажень въ дюймѣ выразится числомъ дѣленій планиметра, раздѣленнаго на 2; но такъ какъ показаніе нонiуса мы не отдѣляемъ то слѣд. полученную разность должно дѣлить на 20; при чемъ цѣлое число частнаго выразитъ число десятинъ, а десятичная дробь частнаго будетъ десятичная дробь десятины, для обращенія которой въ квадратныя сажени стоитъ только припомнить что одна десятина равна 2400 квадратныхъ саженямъ; слѣдовательно $^1/_{10}$ десятины = 240 квадратнымъ саженямъ; $^1/_{100}$ десятины = 24 квадратнымъ саженямъ.

Если данная фигура начерчена въ масштабѣ M сажень въ дюймѣ, то опредѣливъ ея площадь, принимая фигуру какъ будто бы она была начерчена въ масштабѣ 100 сажень въ дюймѣ, должно полученное число десятинъ помножить на квадратъ отношенія M къ 100.

2) Планиметры для разныхъ масштабовъ.

a) Устройство. (чер. 170).

Рычагъ DE соединенъ штифтомъ съ скобою FF, которая можетъ передвигаться по рычагу AB. Подъ скобою FF устроенъ механизмъ точно такой какъ и въ планиметрѣ для одного масштаба.

На рычагѣ AB назначены черты и подписаны цифрами, на эти черты устанавливается заостренный край *m* скобы FF.

Съ боку рычага AB нарѣзаны постоянныя числа, сотвѣтствующія разнымъ масштабамъ, которыя нужно придавать къ отсчетамъ въ томъ случаѣ, когда острiе *h* было помѣщено внутри исчисляемой фигуры.

b) Употребленіе.

Планиметръ для разныхъ масштабовъ употребляется одинаково какъ и планиметръ для одного масштаба; при чемъ нужно замѣтить слѣдующее: когда черта *m* будетъ установлена на черту, подписанную $\frac{1}{10000}$ квадратнаго фута, тогда исчисляемая площадь получится въ десятитысячныхъ доляхъ квадратнаго фута. Зная масштабъ данной фигуры легко найдти и площадь, такъ напримѣръ: если одинъ футъ на планѣ соотвѣтствуетъ 10, или 100 футамъ въ природѣ, то одинъ квадратный футъ на планѣ будетъ составлять 100 или 10000, или 1000000 футовъ въ природѣ. Очевидно что раздѣливъ полученное, при вычисленіи, число на 10000 и потомъ помноживъ: или на 100, или на 10000 и т. д. получимъ число футовъ, такъ напримѣръ: по вычисленію найдено 12869 и одинъ

квадратный футъ плана представляетъ 100 квадратныхъ футовъ въ натурѣ, то вычисляемая площадь будетъ $12869 \times \frac{100}{10000} = 12869 \times \frac{1}{100} = 128{,}69$ квадрат. футамъ.

Для полученія площади въ десятинахъ при масштабѣ 100 саженъ въ дюймѣ, должно полученное число по планиметру помножить на $\frac{3}{50}$, напримѣръ въ полученномъ числѣ 12869 будетъ 772. 14 десятины = 772 десят. 336 квадрат. саж. (Это слѣдуетъ изъ того, что квадратный футъ на бумагѣ при масштабѣ 100 саженъ въ дюймѣ будетъ соотвѣтствовать 600 десятинамъ, а для опредѣленія футовъ полученное число слѣдуетъ раздѣлить на 10000, слѣдовательно $\frac{12869}{10000} \times 600 = 12869 \times \left(\frac{3}{50}\right)$.

2) Когда черта m будетъ поставлена на вторую черту, считая слѣва, то площадь фигуры выразится въ двадцатыхъ частяхъ десятины, и если масштабъ данной фигуры 100 саж. въ дюймѣ, то полученное число дѣленій планиметра должно раздѣлить на 20; при чемъ цѣлое число частнаго будетъ выражать цѣлыя десятины, а десятичная дробь частнаго будетъ десятичная дробь десятины.

3) Третья черта на рычагѣ назначена для квадратныхъ линій, а потому исчисленіе площадей будетъ производится одинаково, какъ и планиметромъ для одного масштаба.

4) Установивъ черту m на послѣднюю черту: (ближайшую къ обводному штифту), будутъ получаться площади фигуры въ пяти-десятыхъ частяхъ десятины. Очевидно, если фигура начерчена по масштабу 100 саженъ въ дюймѣ, то для полученія площади въ десятинахъ нужно полученное число дѣленій планиметра раздѣлить на 50; если же масштабъ будетъ не 100 саженъ въ дюймѣ, то исчисливъ площадь данной фигуры, (принимая масштабъ ея за 100 саженъ), должно полученное число десятинъ умножить на квадратъ отношенія масштабовъ.

При послѣдней чертѣ постоянаго числа не подписано потому, что при установкѣ на эту черту—черты m, не должно помѣщать остріе h внутри исчисляемой фигуры.

Примѣчаніе: Теорія (чер. 171.). Предположимъ, что игла h помѣщена въ точкѣ m; давъ движеніе рычагу ED, точка a, вслѣдствіе неразстяжимости рычага, опишетъ дугу ab круга, имѣющаго радіусъ R, въ это время рычагъ AB можетъ принимать всѣ возможныя положенія.

Предположимъ, что точка B перемѣстилась въ F; разсматривая путь, пройденный точкою B, безконечно малымъ можно предположить, что ры-

чагъ AB сначала перемѣстился въ bf параллельно начальному положенію, а потомъ имѣя точку b постоянно описалъ дугу fF.

Когда рычагъ AB былъ въ bf, тогда валикъ H будетъ въ H и путь имъ пройденный k есть развернутая дуга валика H, а весь путь валика $HH'' = M = k +$ дуга $H'H''$; откуда $k = M - H'H''$,—(N).

Предполагая движеніе рычаговъ безконечно малымъ, площадь maBFb можно разсматривать состоящую изъ слѣдующихъ частей:

1) Сектора mab, 2) прямоугольника aBfb и 3) сектора Fbf.

Площадь сектора mab равна дугѣ ab, помноженной на половину радіуса, т. е. $mab = ab.\frac{R}{2}$;

2) Площадь прямоугольника $aBfb = R'k$.

3) Площадь сектора $fbF = \frac{fFR'}{2}$.

И такъ вся площадь ma BF$b = \frac{abR}{2} + \frac{fF.R}{2} - R'k$—(')

Предположимъ что изъ точекъ m и b описаны дуги радіусомъ равнымъ единицѣ тогда можемъ написать:

$$fF : s = R' : 1;\ fF = sR'$$
$$ab : y = R : 1;\ ab = yR,$$
$$H'H'' : s = p : 1; H'H'' = sp.$$

Подставя въ уравненіе (') получимъ: ma BF$b = P = \frac{1}{2}yR^2 + \frac{1}{2}sR'^2 + R'k$. подставя изъ уравненій N вмѣсто k получимъ : $P = \frac{1}{2}yR^2 + \frac{1}{2}sR'^2 + R'M - R'sp$.

Разсматривая исчисляемую фигуру, составленную изъ безконечно малыхъ площадей, на основаніи выведеннаго можемъ написать.

$$P = \frac{1}{2}yR^2 + \frac{1}{2}sR'^2 + MR' - R'.sp$$
$$P' = \frac{1}{2}y'R^2 + \frac{1}{2}s'R'^2 + M'R' - R'.s'p$$
$$P_2 = \frac{1}{2}y''R^2 + \frac{1}{2}s''R'^2 + M''R' - R'.s''p$$
$$P_3 = \frac{1}{2}y'''R^2 + \frac{1}{2}s'''R'^2 + M'''R' - R'.s'''p$$
и т д. и т. д.

Возьмемъ сумму, $\Sigma = \frac{1}{2}R^2\{y + y' + y'' + y''' + ...\} + \frac{1}{2}R'^2\{s + s' + s'' + s''' + ...\} + R'\{M + M' + M'' + M''' + ...\} - R'p\{s + s' + s'' + s''' + ...\}$.

Если остріе обойдетъ фигуру и придетъ въ начальную точку тогда члены $\{y+y'+y''+\ldots\}$ и $\{s+s'+s''+\ldots\}$ обратятся каждый въ 2π, ибо радіусъ этихъ дугъ есть единица и тогда $\Sigma = {}^1/_2 R^2 2\pi + {}^1/_2 R'^2 2\pi + R\,L - R'\,p2\pi$ или $\Sigma = \pi R^2 + \pi R'^2 + R\,L - 2\pi R p$; или $\Sigma = R'L + \pi\{R^2 + R'^2 - 2R'p\}$. Въ этомъ уравненіи членъ $\pi\{R^2 + R'^2 - 2R'p\}$ есть величина постоянная, ибо это есть площадь круга. для разсмотрѣнія этого вообразимъ (чер. 171 а) гдѣ рычаги R и R поставлены такъ что точка m лежитъ на продолженіи валика т. е. линія mn перпендикулярна къ R' тогда изъ прямоугольнаго треугольника nam имѣемъ $X^2 = l^2 + an^2$ но $an = R - p$ слѣдовательно $an^2 = R'^2 - 2Rp + p^2$; изъ прямоугольнаго треугольника Amn имѣемъ $l^2 = R^2 - p^2$, вставя получаемъ что $X^2 = R^2 - p^2 + R'^2 - 2R'p + p^2$, или $X^2 = R^2 - 2R'p + R'^2$, умножимъ на π получимъ $\pi X^2 = \pi\{R^2 + R'^2 - 2R'p\}$.

Такъ искомая площадь, вычисляемая этимъ инструментомъ будетъ выражаться постоянною величиною и произведеніемъ R'L т. е. длиною рычага AB на длину пути пройденнаго валикомъ Ш'.

Если игла h была помѣщена внутри исчисляемой фигуры, то площадь ея выразится выведенною формулою, если же игла помѣщена внѣ исчисляемой фигуры, тогда площадь выразится только произведеніемъ R' на L потому что точка a будетъ описывать дугу, такъ, что когда обводный штифтъ придетъ въ начальную точку то площадь, описанная точкою обратится въ нуль. И такъ мы видимъ, что при устройствѣ инструмента главное мѣсто занимаетъ валикъ и рычагъ AB, по величинѣ валика легко опредѣлить и длину рычага AB. Предположимъ, что діаметръ валика 0,764 дюйма: слѣдовательно окружность равная $2\pi S = 240\ldots$ Предположимъ, что R'L = 50 десятинамъ, или 120000, и что при вычисленіи этой площади валикъ сдѣлалъ одинъ оборотъ, слѣдовательно $120000 = R'240$, откуда $R' = \frac{120000}{240} = 500$, то есть 5 дюймамъ

Для того, чтобы узнать дѣйствительно ли R = 500, то берутъ какую нибудь фигуру вычисляютъ ее площадь геометрически и планиметромъ, и если вычисленія эти будутъ не сходны, между собою то должно исправить длину рычага AB передвигая пластинку nn.

§ 66. Вычисленіе площадей плановъ помощію планиметра Амслера и соглашеніе вычисленій

При употребленіи планичетра Амслера для вичисленія площадей тѣхъ фигуръ, которыя наложены по координатамъ угловыхъ точекъ, должно прежде всего опредѣлить коефиціентъ планиметра, т. е. планиметръ даетъ ли площадь болѣе или менѣе истинной.

Коефиціентъ планиметра опредѣляется такъ: бумага употребляемая для плана, помощію машины разграфлена на квадраты, длина боковъ которыхъ есть 5 дюймовъ. Предположимъ, что планъ составленъ по масштабу 100 саженъ въ дюймѣ; слѣдовательно площадь такого квадрата = $= 500^2 = 104$ десятинамъ 400 квадратнымъ саженямъ; обведя планиметромъ одинъ и тотъ же квадратъ два или три раза получимъ площадь, напримѣръ равную 103 десятинамъ; слѣдовательно планиметръ показываетъ менѣе на 1 десятину 400 саженъ: а потому и составляется слѣдующая таблица поправокъ.

1 десят.	26,8	6	160,8
2	53,6	7	187,6
3	80,4	8	214,4
4	107,2	9	241,2
5	134,0.	10	268,0.

И потомъ вычисляютъ площадь такимъ порядкомъ: считаютъ сколько цѣлыхъ квадратовъ помѣщено въ фигурѣ, остальное пространство вычисляется планиметромъ и полученную площадь или увеличиваютъ, (если планиметръ далъ результатъ при вычисленіи квадрата менѣе), или уменьшаютъ (если планиметръ далъ болѣе) такъ напримѣръ: пусть въ общей площади четыре цѣлыхъ квадрата и еще найдено по планиметру 49 десятинъ 600 саженъ по таблицѣ мы находимъ поправки.

на 40	десятинъ	. .	1072,0 саж.
— 9	—	. . .	241,2 —
— ¼	—	. . .	6,7 —
			1319,9 саж.

И такъ искомая площадь будетъ $4 \times (104$ д. 400 с.$) + 49$ д. 600 с. $+$ 1319,9 саж. $= 466$ десят. 1119,9 саж.

Когда общая площадь будетъ вычислена, тогда приступаютъ къ вычисленію внутреннихъ контуръ употребляя планиметръ. При этомъ каждая отдѣльная площадь исправляется подобно тому, какъ это было описано выше, послѣ того берутъ сумму площадей внутреннихъ контуръ, и если она разнится отъ общей площади не болѣе какъ на $^1/_{100}$ всей пло-

щади, то вычисленіе считается вѣрнымъ, и тогда полученная разность разлагается пропорціонально на всѣ внутреннія площади, такъ напримѣръ: пусть найдены по планиметру слѣдующія площади исправленныя:

Пашни	103	дес.	1200	саж.
Сѣннаго покоса.	401	—	600	—
Лѣсу	188	—	900	—
Подъ рѣкою . . .	18	—	200	—
— озеромъ . .	1	—	300	—
— усадьбою .	1	—	600	—
Песку.	4	—	1200	—
Итого	718	—	200	—

Пусть общая площадь 720, разность 1 десят. 2200 сажень менѣе $^1/_{300}$ всей площади, стало быть вычисленіе сдѣлано вѣрно и потому найденную разность можно разложить на всѣ внутреннія контуры, отъ чего и получимъ:

Пашни	103	дес.	1864	саж.
Сѣннаго покоса.	402	—	768	—
Лѣсу	188	—	2108	—
Подъ рѣкою . . .	18	—	317	—
— озеромъ . .	1	—	307	—
— усадьбою .	1	—	607	—
Песку.	4	—	1229	—
Итого	720	—	»	—

Примѣчаніе 1. Если бы случилось, что вычисляемая фигура должна быть раздѣлена на части по цѣнности земли, то тогда должно полученную поправку на количество пашни разлагать на каждую полосу пашни пропорціонально площадямъ.

Примѣчаніе 2. Погрѣшности допускаемыя заграницею:

Величина полосъ		допускаемая погрѣшность
Въ 800 квадр. саж.	$^1/_{150}$	т. е. 6 квадр. сажень на полосу.
отъ 800 до 1 десят.	$^1/_{200}$	— 12 — — —
— 1 десят. до 2 дес.	$^1/_{250}$	— 15 — — —
— 2 — 3 —	$^1/_{300}$	— 24 — — —
Свыше — 3 —	$^1/_{400}$	

Если же случатся такія полосы площадь которыхъ не превышаетъ 1/20 саж., то допускаютъ слѣдующія погрѣшности:

Площади:				Погрѣшности:
отъ	1 до	4 квадр.	саж. . . .	$^1/_{10}$
—	4 —120	—	— . . .	$^1/_{33}$
—	120 —320	—	— . . .	$^1/_{40}$
—	320 —560	—	— . . .	$^1/_{45}$.

Примѣчаніе. Описаніе другихъ планиметровъ будетъ приложено въ концѣ втораго выпуска.

§ 67. Волосяная сѣтка.

Когда требуется знать приблизительно количество земли внутреннихъ контуръ, особенно когда контуры эти малы, тогда полезно употреблять волосяную сѣтку.

a) Устройство (чер. 172).

На металлической рамкѣ ABDF натянуты волоски ab, $a'b'$, a^2b^2 и т. д. на разстояніи другъ отъ друга на 0,1 дюйма, что по сотенному масштабу выразитъ 10 саженъ и десятый изъ нихъ красный (для удобности счета).

b) Употребленіе.

Предположимъ, что требуется опредѣлить площадь (черт. 172) $N'NPP'$, часть не большой контуры KMPN. Для этого кладутъ на нее сѣтку, и тогда контуры, заключенные между двумя послѣдовательными волосками будутъ представлять трапеціи; площадь же каждой трапеціи равна высотѣ, помноженной на длину средней параллели, и потому сначала берутъ циркулемъ длину линіи mn, т. е. длину средней параллели, потомъ не измѣняя растворенія циркуля переносятъ эту линію въ средину между волосками $a'b$ и a^2b^2, оставя точку n неподвижною, другую ножку циркуля отводятъ до точки m', потомъ не измѣняя растворенія циркуля переносятъ его въ средину волосковъ a^2b^2 и a^3b^3 и оставя точку n постоянною, отводятъ другую ножку циркуля до m'', и тогда длина nm'' будучи помножена на 10 выразитъ число саженъ въ вычисленной контурѣ $NN'PP'$.

§ 68. Замѣчаніе на исчисленіе площадей.

1) Опытъ указалъ, что величина дюйма вырѣзаннаго на разныхъ масштабахъ не всегда одинакова, поэтому необходимо при исчисленіи планиметромъ, площади дачи наложенной транспортиромъ производить изслѣдованіе такого рода: вычисливъ какую нибудь фигуру графически и планиметромъ, должно сличить результаты, и смотря потому, какая получится разность исправлять площади фигуръ подобно тому, какъ это было описано.

2) Когда не употребляются координаты, тогда нужно стараться произвести накладку и вычисленіе въ одинъ день и въ то же время сдѣлать на планѣ графическій масштабъ, отъ чего посадка бумаги будетъ одинакова, какъ для плана, такъ и для начертаннаго на немъ масштаба, что будетъ весьма удобно при повѣркѣ площади черезъ нѣкоторое время.

ГЛАВА XI.

ДѢЛЕНІЕ ДАЧЪ.

Когда встрѣтится надобность раздѣлить какую нибудь дачу на части, то прежде всего должно: 1) снять окружную границу этой дачи, наложить на планъ и вычислить площадь; 2) сдѣлать раздѣленіе на планѣ и 3) линіи раздѣла проложить въ натурѣ.

При раздѣленіи дачъ на части, могутъ встрѣтиться слѣдующіе два случая: 1) дѣлить дачу на части по количеству земли и 2) дѣлить дачу по цѣнности земли. Въ томъ и другомъ случаѣ дача можетъ раздѣлиться: или на части равныя, или на части пропорціональныя.

§ 69. Дѣленіе дачъ по количеству земли.

При раздѣленіи на части дачъ, имѣющихъ криволинейныя границы, предварительно должно криволинейныя границы замѣнить прямолиней-

ными такимъ образомъ: предположимъ, что въ дачѣ граница AB криволинейная (чер. 173): для замѣны ея границею прямолинейною соединяютъ A и B и вычисляютъ площадь A*ab* и B*fb*. Предположимъ, что площадь A*ab* менѣе *bf*B на 2 десятины; измѣривъ B*b* и принявъ эту линію за основаніе, можемъ построить на этомъ основаніи такой треугольникъ, котораго площадь будетъ равна 2 десятинамъ; для чего только нужно будутъ найдти его высоту: что и дѣлаютъ такъ: 2 десятины, или 4800 = $= \frac{Bb}{2} . x$; пусть $Bb = 400$; слѣдовательно $4800 = 200 . x$; $x = \frac{4800}{200}$, т. е. 24. Возставя къ линіи B*b* изъ произвольной точки *m* перпендикуляръ, откладываютъ на немъ линію $mn = 24$ саженямъ и соединивъ *b* съ *n* и *n* съ B получимъ ломанную линію A*bn*B, которая совершенно точно замѣнитъ кривую A*abf*B.

а) Дѣленіе дачъ на части равныя.

Большею частію при раздѣленіи дачъ встрѣчаются такія условія, чтобы раздѣльныя границы шли по извѣстнымъ направленіямъ, такъ напримѣръ: пусть требуется раздѣлить дачу ABHDEF (чер. 174) на три равныя части прямыми линіями, проведенными изъ вершины угла H. Для этого прежде всего вычисляютъ общую площадь и потомъ опредѣляютъ количество земли для каждаго участка. Предположимъ, что общая площадь въ 400 десятинъ, эту величину нужно раздѣлить на три и тогда полученное частное выразитъ величину $^1/_3$ всей дачи, т. е. количество земли въ каждомъ участкѣ должно быть $\frac{400}{3} = 133$ дес. 800 квадратныхъ сажень.

Для назначенія линій раздѣла сначала проводятъ произвольную линію HK и исчисляютъ площадь фигуры ABHK; пусть площадь ея будетъ 137 десятинъ и 1000 сажень; стало быть мы отрѣзали болѣе противу 133 десятинъ и 800 сажень на 4 десятины и 200 сажень, или болѣе на 9800 сажень, и по этому отъ фигуры ABHK нужно отрѣзать треугольникъ, котораго бы площадь была равна 9800 саженямъ; но площадь треугольника равна произведенію изъ половины основанія на высоту, слѣдовательно принявъ линію HK, равную 1000 саженямъ, за основаніе того треугольника, который нужно будетъ отрѣзать, будемъ имѣть $500 . x = 9800$, откуда $x = \frac{9800}{500}$, или $x = 19.6$. Возставивъ къ линіи HK (изъ произвольной точки) перпендикуляръ *mm'* нужно на немъ отъ точки *m* отложить 19,6 саж., потомъ изъ полученной точки *n* провести параллель къ HK и соединить точку M съ H, тогда получимъ треугольникъ

МНК, котораго площадь будетъ равна $\frac{НК}{2}$. MN; но $MN = mn$, или $MN =$

$= 19{,}6$ саженямъ; слѣдовательно площадь треугольника $МНК = 9800$ саженямъ, или 4 десятинамъ и 200 саженямъ; а площадь $АВНМ = АВНК - МНК = 137$ десят. 1000 саженямъ безъ 4 десятинъ и 200 сажень, что будетъ 133 десятины 800 сажень, т. е требуемая часть.

Чтобы отдѣлить вторую часть, то опять изъ точки H проводятъ произвольную линію HP и вычисляютъ площадь фигуры. HPFM. Пусть она равна 128 десятинамъ 1300 саженямъ; слѣдовательно до 133 десятинъ 800 сажень не достаетъ въ ней 4 десятинъ 1900 сажень, по этому къ фигурѣ HPFM нужно будетъ прирѣзать треугольникъ въ 4 десятины и 1900 сажень, или въ 11500 квадратныхъ сажень. Для этого нужно измѣрить линію HP и пусть она равна 1000 саженямъ. Теперь для опредѣленія высоты искомаго треугольника поступаютъ такъ: $500 \times x =$

$= 11500$, откуда $x = \frac{11500}{500}$; т. е. $x = 23$; возставя изъ произвольно

взятой точки перепендикуляръ hh'' къ линіи HP; отложимъ на немъ отъ h 23 сажени и проведя изъ h' параллель получимъ точку R, которую нужно соединить съ P. Тогда площадь треугольника PHR будетъ равна 11500 квадратнымъ саженямъ, или 4 десятинамъ 1900 саженямъ, а площадь фигуры $MHRF = MHPF + PHR$, т. е. $MHRF = 128$ десятинамъ 1300-с. + 4-дес. 1900-с., или 133 десятинамъ 800 саженямъ; остальная часть дачи будетъ третья искомая.

b) На части пропорціональныя.

Пусть требуется раздѣлить дачу на двѣ части въ отношеніи чиселъ 3 и 5. Для этого предварительно должно опредѣлить площадь всей дачи, помноживъ которую на $^3/_8$ получимъ площадь перваго участка,, а помноживъ на $^5/_8$ получимъ площадь втораго участка; зная же площади, раздѣльныя линіи назначаютъ точно также, какъ описано въ предыдущемъ случаѣ.

§ 70 Дѣленіе дачъ по цѣнности земли.

a) Капиталами.

При вышеизложенныхъ способахъ дѣленія дачъ, главнымъ основаніемъ было количество земли, а на цѣнность земли не было обращено никакого вниманія; но если при дѣленіи дачи на части, будетъ принято за основаніе цѣна земли, тогда при раздѣлѣ дачи нужно будетъ принять во вниманіе слѣдующія правила:

1) Снять на планъ какъ окружныя границы, такъ и границы тѣхъ угодій, которыя имѣютъ различную цѣнность, (что дѣлается по указанію землевладѣльцевъ).

2) Опредѣлить количество десятинъ каждаго угодья отдѣльно и по означенной цѣнѣ опредѣлить его цѣнность. (Для чего должно число десятинъ умножить на цѣнность одной десятины).

3) Опредѣливъ цѣнность всей дачи, полученный капиталъ раздѣлить на части такъ, если эти части равныя, то на число ихъ; если же части даны въ извѣстномъ содержаніи, то раздѣлить по правилу товарищества и

4) Соотвѣтственно полученному капиталу раздѣлить землю.

Предположимъ, что (чер. 175) ABEDF представляетъ планъ дачи, подлежащей къ раздѣлу, который и нужно сдѣлать такъ, чтобы цѣнность участковъ была въ отношеніи чиселъ 1, 3 и 4. Предположимъ, что въ этой дачѣ качества M, N и P разныхъ цѣнъ; такъ напримѣръ: одна десятина качества M стоитъ 9 рублей, N стоитъ 14 рублей и P стоитъ 30 рублей.

По исчисленіи найдено земли:

въ участкѣ M = 112 десятинъ,
въ участкѣ N = 103 десятины,
въ участкѣ P = 114 десятинъ.

Опредѣлимъ цѣнность каждаго:

M - 112 десятинамъ, по 9 рублей = 112 × 9 = 1008 рублямъ.
N = 103 десятинамъ, по 14 рублей — 103 × 14 = 1442 рублямъ.
P = 146 десятинамъ, по 30 рублей = 146 × 30 = 4380 рублямъ.

И такъ цѣнность всей дачи 6830 рублей; помножимъ 6830 на $^1/_8$ получимъ 853 рубля 75 копѣекъ для первой части. Умноживъ 6830 на $^3/_8$ получимъ 2561 р. 25 коп. для второй части, и остальное 3415 для третьей части.

Для назначенія линій раздѣла проведемъ произвольную линію *hm* и пусть по вычисленію площадь A*hmbh'* равна 90 десятинамъ и 2064 саженямъ, помноживъ это на цѣну одной десятины, т. е. на 9, получимъ цѣну всего участка, т. е. 817 рублей 75 копѣекъ слѣдовательно отрѣзали менѣе противу 853 рублей 75 копѣекъ на 36 рублей.

Опредѣлимъ сколько слѣдуетъ еще прирѣзать, если одна десятина стоитъ 9 руб., то x десятинъ будетъ 36 рублей, т. е. $x = 36 : 9 = 4$ десятинамъ, или 9600 саженямъ, которыя и прирѣзать, руководствуясь вышеописаннымъ способомъ и такъ пусть участокъ *hn''bh'*A, есть первая

часть т. е. цѣнность его равна 853 рубл. 75 коп. Отдѣливъ первую часть отъ участка M останется еще земли на сумму 1008 руб. безъ 853 руб. 75 копѣекъ т. е. на 155 руб. 25 коп. Назначивъ это количество земли во второй участокъ, слѣдуетъ еще прибавить земли на сумму 2561 руб. 25 коп. безъ 154 руб. 25 коп., т. е. на 2407 руб. Назначивъ въ этомъ участокъ все количество N, еще нужно прибавить земли на сумму 2407 руб. безъ 1442 руб. т. е. на 965 рублей. Недостающее количество земли нужно отрѣзать отъ участка P, по этому и опредѣлимъ число десятинъ по цѣнѣ равное 965 руб., для чего 965 руб. раздѣлимъ на 30 и получимъ 3 ½ десятины и 400 саженъ.

Теперь опредѣлимъ по основанію $f'f$ и по данной площади высоту треугольника. Пусть $f'f$ равно 2600 саженямъ; слѣдовательно $77200 = 1300.\ x$; $x = \frac{77200}{1300} = 59{,}39$ сажен. Отложивъ на перпендикулярѣ возставленномъ къ линіи $f'f$ величину RR' равную 59,39 и проведя изъ R' параллель къ $f'f$ мы должны будемъ только соединить точку f' съ M' и получимъ многоугольникъ $BEDM'f'mh$, цѣнность земли котораго будетъ 2561 руб. 25 копѣекъ.

Въ третьей части осталось земли на 4380 безъ 965 рублей, что и будетъ 3415 рублей.

Примѣчаніе: Если бы требовалось произвести раздѣлъ каждаго качества отдѣльно, то по приведеніи въ извѣстность его площади, нужно дѣлить способами описанными въ § 69.

b) Приводя къ единицѣ.

Предположимъ, что при раздѣлѣ какой либо дачи оцѣнка будетъ назначена не въ рублях, но въ отношеніи къ какому либо качеству, принимая его за единицу цѣнности. Такъ напримѣръ: пусть дача состоитъ изъ трехъ участковъ A, B, D; изъ нихъ участокъ A есть самый лучшій. Принявъ цѣнность его за единицу допустимъ, что цѣнность участка B въ отношеніи къ A есть ½, а участка D есть ⅓; предположимъ, что въ участкѣ A = 20 десят., въ участкѣ B = 30, а въ участкѣ D = 60 десятинъ; стало быть по цѣнности равной единицы земли будетъ, въ участкахъ:

въ A	20	десятинъ.
— B, ½ × 30 =	15	—
— D, ⅓ × 60 =	20	—

И такъ всей земли по цѣнности равной единицѣ будетъ 55 десятинъ.

Предположимъ, что требуютъ раздѣлить дачу на три равныя части, тогда по цѣнности равной единицѣ въ каждой части будетъ по 18 десятинъ и 800 сажень.

Отрѣзавъ отъ A, 1 десят. 1600 саж. получимъ первую часть. Во второмъ будетъ участокъ B и остатокъ отъ участка A, т. е. 16 десятинъ 800 саженъ; слѣдовательно нужно еще прибавить двѣ десятины по цѣнности = 1; а чтобы знать число десятинъ по цѣнности $^1/_2$, то нужно взять число десятинъ въ этомъ участкѣ втрое болѣе, т. е. 6 десятинъ и черезъ это получимъ части равныя по цѣнности.

Проложеніе линій раздѣла въ натурѣ.

Назначивъ линіи раздѣла на планѣ (чер. 176), приступаютъ къ проложенію ихъ въ натурѣ. Предположимъ, что раздѣльная линія есть $hn''f'M'$, и что дѣйствіе будетъ произведено помощію астролябіи. Предварительно вычисливъ внутреніе углы, подведя румбы и опредѣливъ длину раздѣльныхъ линій, отмѣряютъ въ натурѣ отъ B длину Bh и устанавливаютъ надъ точкою h горизонтально астролябію; подвижнымъ діоптрамъ даютъ такое положеніе, чтобы коллимаціонная плоскость имѣла румбъ найденный для линіи hn''; потомъ по направленію ихъ вѣшатъ линію и отмѣряютъ по линіи hn''', отъ точки h длину линіи hn, въ полученную точку n'' ставятъ колъ и надъ нимъ устанавливаютъ горизонтально астролябію, давъ подвижнымъ діоптрамъ такое положеніе, чтобы коллимаціонная плоскость ихъ имѣла румбъ линіи $n''f'$, чрезъ нихъ провѣшиваютъ линію, по которой отъ h'' отмѣряютъ длину линіи $n''f'$ и въ полученную точку f' ставятъ колъ, установивъ надъ нимъ горизонтально астролябію, прокладываютъ линію по румбу линіи $f''M$ и измѣряютъ ее, если конецъ ея прямо придетъ въ точку M', т. е лежащую на линіи DF въ разстояніяхъ отъ точекъ D и F равнымъ соотвѣтственнымъ разстояніямъ на планѣ, то раздѣльныя линіи проложены въ натурѣ вѣрно; впрочемъ при этомъ можно допустить отступленіе непревышающее той невязки которая для периметра $Ahn''f''M'F$ могло бы быть допущено на планѣ и въ этомъ случаѣ можно ее исправить увеличивая или уменьшая румбы и длины короткихъ линій. Если же конецъ линіи $f''M'$ будетъ далекъ отъ требуемой точки мѣстности то должно снова перечислить всѣ углы и точно опредѣлить мѣру. При проложеніи раздѣльныхъ линій непремѣнно должно опредѣлять углы наклоненій измѣренныхъ линій и опредѣливъ по горизонтальному проложенію и угламъ длину наклонной отмѣрить въ натурѣ вычисленную мѣру.

§ 71. Проведеніе раздѣльныхъ линій помощію координатъ.

Раздѣльныя линіи помощію координатъ проводятся такимъ образомъ: предположимъ, (чер. 177) что владѣльцы желаютъ раздѣлить дачу ABDEFH на двѣ части въ отношеніи чиселъ 4 и 5, и чтобы меньшая

часть прилегала къ линіи HF, а линія раздѣла начиналась бы отъ точки a; вычисливъ площадь всей дачи, которая предположимъ равна 1881 десятинѣ 1251 саж., помноживъ это число на $^4/_9$ получимъ для первой части 836 десят. 556 саж., это количество будетъ меньшая часть, проведя приблизительно линію раздѣла ab, bf и fh измѣряютъ по плану линіи Ha и hE и по румбу линіи HA и по длинѣ Ha, опредѣляютъ координаты для точки a, потомъ по плану измѣряютъ координаты для точекъ b и f и по румбу линіи DE и по длинѣ hE опредѣляютъ координаты точки h. По координатамъ точекъ a, b, f, h, E, F, H, вычисляютъ площадь этой фигуры и, предположимъ, что она оказалась 837 десят. 1456 саж. слѣдовательно болѣе настоящаго на 1 дес. 900 саж. или на 3300 сажень; измѣривъ длину линіи fh, которая напримѣръ равна 600 саж вычисляемъ высоту того треугольника, площадь котораго при основаніи fh равнялась бы 3300 саж. $x = \frac{3300}{300} = 11$, проведя изъ произвольной точки n перепендикуляръ къ fh откладываемъ линію nn' равную 11 саженямъ; изъ полученной точки n' проводимъ параллель къ линіи fh до пересѣченія съ линіею DE; соединивъ полученную точку m съ f снова вычисляемъ координаты для точки m и вставя ихъ вмѣсто координатъ точки h снова перечисляемъ площадь и такимъ образомъ продолжаемъ до тѣхъ поръ, пока получится настоящая площадь.

Для опрѣделенія внутреннихъ угловъ, составленныхъ нарѣзочными линіями поступаютъ такъ: предположимъ, что:

		абсциса		ордината
для точки	a	$- + x -$	$+$	y
— —	b	$- + x'$	$+$	y'
— —	f	$- + x''$	$+$	y''
— —	m	$- + x'''$	$+$	y'''

Градусная величина азимута линій ab равна градусной величинѣ угла abm'; изъ прямоугольнаго треугольника abm' имѣемъ tang $abm' = \frac{am'}{bm'} = \frac{y' - y}{x' - x}$

Такъ какъ числитель и знаменатель суть числа положительныя, стало быть градусная величина угла abm' и будетъ искомый азимутъ ab.

Для опредѣленія линіи bf имѣемъ tang $Z = \frac{y'' - y'}{x'' - x'}$, здѣсь числитель положительный, а знаменатель отрицательный, стало быть уголъ Z ле-

жить во второй чертверти и азимутъ линіи bf будетъ равнятся $180—Z$; точно также найдемъ азимутъ линіи fm: а зная азимуты линіи не трудно опредѣлить и внутреніе углы, а по этимъ угламъ и по длинѣ линіи не трудно проложить нарѣзку и въ натурѣ.

§. 72. Дѣленіе пахатной земли на десятины.

(Нарѣзка десятинъ).

Нарѣка десятинъ производится такимъ образомъ: составивши планъ на пахатную землю, должно опредѣлить количество земли, потомъ планъ раздѣляютъ на прямоугольники, имѣщіе основаніе въ 60, а высоты въ 40 сажень, или основаніе въ 80, а высоты въ 30 сажень, или если раздѣляютъ землю на хозяйственныя десятины, то основаніе прямоугольниковъ берутъ въ 80, а высоту въ 40 сажень.

Сообразуясь съ мѣстоположеніемъ, форму десятинамъ даютъ или параллелограмовъ, или прямоугольниковъ, иногда даже неправильныхъ четыреугольниковъ, но при этомъ всегда соблюдается, чтобы площади ихъ были въ одну десятину, или въ 2400 сажень, потомъ назначенныя на планѣ линіи прокладываютъ въ натурѣ.

Такъ какъ назначеніе десятинъ зависитъ отъ мѣстности, на которой онѣ располагаются, то по этому считаю не лишнимъ предложить слѣдующее:

1) Когда поле расположено на мѣстности ровной, тогда десятины должно располагать прямоугольниками.

2) Всякій кварталъ заключающій въ себѣ отъ 10 до 12 десятинъ обводить дорогами въ сажень шириною; между десятинами, оставлять дороги по полуаршину, а между двухъ рядовъ десятинъ оставлять проѣздъ шириною въ аршинъ.

3) По назначеніи правильныхъ десятинъ, ту землю, которая не войдетъ въ этотъ раздѣлъ, можно дѣлить на десятины и неправильной формы при этомъ только нужно обратить вниманіе, чтобы десятины были удобны для обработки.

4) При мѣстности не горизонтальной десятины нужно располагать такъ, чтобы діагонали прямоугольниковъ совпадали съ линіями наибольшаго паденія.

Когда на планѣ все будетъ приготовлено, тогда приступаютъ къ назначенію линій раздѣловъ въ полѣ. Для этого прокладываютъ преждѣ линіи раздѣловъ на кварталы, потомъ каждый кварталъ дѣлятъ на ряды десятинъ. Когда одинъ кварталъ будетъ раздѣленъ, то по наставленнымъ признакамъ сохами пролагаютъ борозды. Потомъ точно также продолжаютъ разбивать и другіе кварталы.

Для лучшаго обозрѣнія прилагается чертежъ 178, гдѣ ABCD, ADGH, есть полные кварталы. Въ участкѣ KNO десятины расположены при скатѣ въ 10 градусовъ. Участокъ $pSS''p'$ раздѣленъ на десятины такъ, что діагонали расположены по линіи наибольшаго паденія, потому что покатость превышаетъ 20 градусовъ.

Примѣчаніе: Для раздѣла на десятины поля, лежащаго на одномъ скатѣ, имѣющемъ уголъ наклоненія болѣе 5 градусовъ, должно снять поле и накладывать на планъ самое измѣреніе, а не горизонтальное проложеніе, отъ чего при проложеніи раздѣльныхъ линій въ полѣ, не нужно будетъ перечислять ихъ проложеніе на истинную длину при чемъ должно опредѣлить длину одного бока, идущаго сверху внизъ.

ГЛАВА XII.

ПЕРЕРИСОВКА ПЛАНОВЪ.

Перерисовка плановъ дѣлается или безъ измѣненія масштаба оригинала, или съ измѣненіемъ его.

§ 73. Перерисовка плановъ безъ измѣненія масштаба.

Для перерисовки плановъ и картъ безъ измѣненія масштаба имѣются слѣдующіе способы:

1) Помощію треугольниковъ; 2) помощію квадратовъ; 3) чрезъ стекло, или чрезъ прозрачную бумагу, и 4) перекалываніемъ.

1) Помощію треугольниковъ.

Разбиваютъ данный оригиналъ на произвольные треугольники и на листѣ чистой бумаги строятъ точно такой же рядъ треугольниковъ, совершенно равныхъ треугольникамъ оригинала.

Тогда граничныя линіи нанесутся сами собою, а для перерисовки контуръ еще разбиваютъ бока треугольниковъ (оригинала и копіи) на рав-

ное число частей, и соединивши точки дѣленій получаютъ ряды маленькихъ четыреугольниковъ, по которымъ уже будетъ легко нанести на копію всѣ подробности оригинала.

2) Помощію квадратовъ.

Перерисовку плановъ можно сдѣлать разбивкою на квадраты такимъ образомъ:

Оригиналъ и листъ чистой бумаги разчерчиваютъ на равные квадраты, потомъ всѣ подробности каждаго квадрата оригинала перерисовываютъ въ соотвѣтственномъ квадратѣ копіи, производя это или на глазъ, или засѣчками помощію вставнаго циркуля.

3) Черезъ стекло или черезъ прозрачную бумагу.

Когда оригиналъ не великъ, то его удобно перерисовывать такъ: накладываютъ на него листъ чистой бумаги и приложивъ къ оконному стеклу перерисовываютъ всѣ контуры съ оригинала съ начала карандашемъ, а потомъ вычерчиваютъ тушью.

Или можно перерисовывать помощію прозрачной бумаги, такъ на оригиналъ накладываютъ прозрачную бумагу и прикрѣпляютъ ее: тушью чертятъ на ней всѣ контуры оригинала, потомъ снявъ прозрачную бумагу, намазываютъ ее съ противуположной стороны мягкимъ углемъ и, положивъ на чистую бумагу прикрѣпляютъ, потомъ тугимъ карандашемъ обводятъ по всѣмъ чертежамъ; уголь, приставшій къ чистой бумагѣ изобразитъ всѣ контуры оригинала; вычертивъ ихъ тушью, получаютъ требуемую копію.

4) Перекалываніемъ.

Когда съ оригинала нужно сдѣлать нѣсколько копій, то полезно поступать такъ: взявъ столько листовъ чистой бумаги, сколько нужно копій, наложить ихъ одинъ на другой, а сверхъ ихъ всѣхъ положить оригиналъ и, наложивъ на углы тяжесть, тонкою иглою, (держа ее перпендикулярно къ плоскости бумаги), прокалывать прежде всѣ точки соединенія граничныхъ линій, а потомъ и контуры предметовъ; но такъ, чтобы всѣ наколотыя точки были ясно видны на всѣхъ листахъ чистой бумаги; послѣ каждую копію обвести сначала карандашемъ, (сообразуясь съ оригиналомъ), а потомъ вычертить тушью.

§ 74. Перерисовка плановъ съ измѣненіемъ ихъ масштаба.

При перерисовкѣ плановъ съ измѣненіемъ ихъ масштаба могутъ быть слѣдующіе случаи:

1) Перерисовать данный оригиналъ, увеличивая или уменьшая всѣ его линіи въ данномъ содержаніи, или 2) перерисовать оригиналъ, увеличивая или уменьшая площадь оригинала въ данномъ содержаніи.

1) Пусть данный оригиналъ сдѣланъ въ масштабѣ M сажень въ дюймѣ и требуется снять съ него копію въ масштабѣ N сажень въ дюймѣ.

Для этого можно поступить такъ: разбить оригиналъ на треугольники, потомъ составить такой же рядъ треугольниковъ подобныхъ первымъ, и что бы стороны ихъ находились въ отношеніи чиселъ M къ N.

Потомъ стороны треугольниковъ оригинала дѣлятъ на нѣсколько равныхъ частей и стороны соотвѣтственныхъ треугольниковъ на копіи дѣлятъ на столько же равныхъ частей, соединивъ на оригиналѣ точки дѣленій сторонъ треугольниковъ, получаютъ рядъ четыреугольниковъ, потомъ соединяютъ соотвѣтственныя точки дѣленій сторонъ треугольниковъ копіи. Отъ такого построенія будемъ имѣть въ каждомъ треугольникѣ равное число четыреугольниковъ, въ которыхъ стороны будутъ въ содержаніи чиселъ M къ N. Очерки контуръ, лежащихъ внутри каждаго четыреугольника легко будетъ нанести засѣчкою отъ угловъ его. Такъ измѣривъ разстояніе какой нибудь точки отъ вершины угла четыреугольника должно взять такую линію, которой отношеніе къ измѣренной линіи было бы равно отношенію N къ M и на копіи, длиною этой линіи, изъ соотвѣтственнаго угла четыреугольника описать дугу; точно также взять разстояніе той же точки отъ другаго угла и засѣчь, Чтобы легче было брать линіи въ данномъ содержаніи, то полезно употребить пропорціональный циркуль, о чемъ было говорено въ § 1 ст е, или можно сдѣлать вспомогательный треугольникъ.

Вспомогательный треугольникъ устраивается такъ: (чер. 179) раздѣливъ большее число на меньшее, т. е. M на N, или N на M, берутъ на бумагѣ прямой уголъ и линію ab откладываютъ произвольной величины, а на линіи ah откладываютъ столько разъ длину ab, какое число получили отъ дѣленія M на N: (Такъ напр. если $\frac{M}{N} = 5$, то пять). Послѣ сторону ah дѣлятъ на произвольное число равныхъ частей, и изъ точекъ дѣленія проводятъ параллели къ ab.

Когда копія должна быть менѣе оригинала, то взятую длину линіи оригинала должно откладывать по линіи ah отъ точки h, напримѣръ hm

и соотвѣтственную параллель *mn* наносить на копію, ибо *mn* будетъ менѣе *hm* во столько разъ, во сколько N менѣе M.

Если копія должна быть болѣе оригинала, то взявъ длину линіи съ оригинала, нужно отыскать длину ея по параллели. Пусть это будетъ *m'n'*, тогда на копіи нужно наносить линію *hm'*, которая будетъ болѣе *m'n'* во столько разъ, во сколько разъ M болѣе N.

Данный оригиналъ можно увеличить или уменьшить такъ же помощію квадратовъ. Для этого данный оригиналъ раздѣляютъ на квадраты и на листѣ чистой бумаги строятъ квадраты, уменьшая или увеличивая во столько разъ, во сколько нужно увеличить или уменьшить оригиналъ, а потомъ переносятъ точки каждаго квадрата оригинала въ соотвѣтственный квадратъ копіи засѣчками, точно такъ, какъ это было описано въ предыдущемъ случаѣ.

2) При перерисовкѣ плановъ съ увеличиваніемъ ихъ площадей въ извѣстномъ содержаніи должно поступать такъ. прежде всего найти во сколько разъ должо увеличить или уменьшить каждую линію оригинала, что и можно достигнуть, основываясь на томъ, что площади подобныхъ многоугольниковъ относятся между собою какъ квадраты сходственныхъ сторонъ. Пусть дана площадь оригинала P и ее требуется уменьшить въ четыре раза, слѣдовательно площадь копіи будетъ $\frac{P}{4}$, и такъ $P : \frac{P}{4} = A^2 : a^2$; или $\sqrt{4P} : \sqrt{P} = A : a$; или $\sqrt{4} : 1 = A : a$; $2 : 1 = A : a$. И такъ чтобы площадь оригинала была уменьшена въ четыре раза, то каждую линію должно уменьшить въ два раза; а зная это, перерисовку можемъ сдѣлать по предыдущимъ способамъ.

Примѣръ.

Пусть данный оригиналъ имѣетъ площадь P и его нужно увеличить въ 25 разъ, т. е. новая площадь P должна быть равна 25 P; слѣдовательно $P : 25\,P = A^2 : a^2$; или $\sqrt{1} : \sqrt{25} = A : a$; или $1 : 5 = A : a$; слѣдовательно должно каждую линію оригинала увеличить въ 5 разъ; а зная во сколько разъ должно увеличить или уменьшить стороны оригинала, построеніе должно сдѣлать: или помощію треугольниковъ, или квадратовъ, такъ какъ это уже и было описано.

§ 75. Пантографъ.

Пантографомъ называется снарядъ, служащій для перерисовки плановъ.

§ 76. Обыкновенный пантографъ.

a) Устройство (чер. 180).

Пантографъ состоитъ изъ четырехъ линеекъ: AB, A′K, D′E и DF, соединенныхъ шарнирами a, b, f, h, такъ что фигура $abfh$ представляетъ параллелограмъ. На линейкѣ A′K утверждаютъ на глухо трубочку M такъ, чтобы: 1) центръ ея былъ на линіи ah, и чтобы линія aM равнялась $2ab$, въ эту трубочку вставляется заостренный штифтъ.

Трубочка P, имѣющая центръ на линіи bf движется по линейкѣ DF помощію обоймицы и закрѣпляется винтомъ N. Въ эту трубочку вставляется стержень, около котораго вращается весь снарядъ. Трубочка R, имѣющая центръ на продолженіи линіи ab движется по линейкѣ AB помощію обоймицы и закрѣпляется винтомъ H. Въ эту трубочку вставляется трубочка съ карандашемъ. Снизу линеекъ придѣлываются ножки съ костяными колесами, помощію которыхъ линейки движутся параллельно той плоскости, на которую поставленъ пантографъ.

b) Теорія (чер. 181).

Предположимъ, что a, b, f, h, представляютъ центры шарнировъ M, N и P, находясь на одной прямой линіи, представляютъ центры трубочекъ. При движеніи штифта M, трубочка съ карандашемъ будетъ двигаться по линіи параллельной движенію трубочки M для этого штифтъ M и центры трубочекъ N и P должны всегда оставаться на одной прямой линіи, чтобы это доказать, то разсмотримъ два подобныхъ треугольника aMP и bNP изъ подобія ихъ имѣемъ aP : bP = PM : PN = aM : bN или Pb : ba = PN : NM . — (A); дадимъ штифту M движеніе и пусть онъ перейдетъ въ точку R, тогда трубочка P перемѣстится въ Z и намъ нужно доказать, что линіи MR и PZ параллельны, а линіи RN и NZ составляютъ одну прямую линію. Когда штифтъ M помѣстится въ точку R и тогда a передетъ въ a'; h въ h', b въ b' и такъ какъ разстояніе между этими точками остается то же самое и линіи ихъ соединяющія остаются линіями прямыми, то мы можемъ написать что Za' : Zb' = a'R : b'N, но это свойство принадлежитъ подобнымъ треугольникамъ, слѣдовательно линія NRZ есть прямая и теперь можемъ написать, что Za' : Zb' = ZR : ZN или Zb' : $b'a'$ = ZN : NR вставя вмѣсто Zb' и $b'a'$ величины имъ равныя получимъ Pb : ba = = ZN : NP сличивъ эту пропорцію съ пропорціею (A) видимъ что первыя отношенія ихъ однѣ и тѣ же, слѣдовательно вторыя составятъ пропорцію PN : NM = ZN : NR. Разсматривая треугольники MNR и NPZ видимъ, что они имѣютъ углы RNM и PNZ равные и заключенные между пропорціональными сторонами, стало быть линія MR параллельна PZ, т. е.

при движеніи штифта M карандашъ P будетъ описывать линіи параллельныя. Доказавъ что треугольникъ ZNP будетъ подобенъ треугольнику MNR; можемъ написать, что MR : PZ = MN : MP. И такъ когда MN будетъ равна NP, то RM будетъ равна PZ. Стало быть: если будемъ штифтомъ M водить по оригиналу, то карандашъ будетъ чертить фигуру подобную оригиналу, и при томъ отношеніе линій оригинала къ соотвѣтственнымъ линіямъ копіи будетъ равно отношенію MN къ NP. Трубочки N и P движущіяся, стало быть нужно знать мѣста, куда ихъ поставить; а для этого должно опредѣлить величину линій bN и bP.

Обозначимъ для краткости MN черезъ m, NP черезъ n, ab черезъ A, тогда Ma будетъ равна 2A.

Разсмотримъ треугольники aMP и bNP, они подобны, потому что bN параллельна aM, а изъ подобія ихъ можно вывести, что aM : bN = MP : NP, и ab : bP = NM : NP; или 2A : bN = $(n+m) : n$; bN = $\frac{2A \cdot n}{m+n}$; A : bP = $m : n$; bP = $\frac{A \cdot n}{m}$.

Чтобы линія оригинала MR равнялась линіи копіи PZ, то MN должно быть равно MP, т. е. $m = n$; прировнявъ n къ единицѣ и подставя получимъ bN = $\frac{2A \cdot 1}{2}$; bN = A; bP $\frac{A \cdot n}{m}$ = A. И такъ отложивъ отъ b по линіи bf величину A, устанавливаютъ обоймицу такъ, чтобы центръ трубочки N совпадалъ съ этою точкою; а отложивъ отъ b по продолженію ab величину A, должно установить такъ, чтобы центръ трубочки P совпадалъ съ этою точкою. Тогда водя штифтомъ M по оригиналу карандашъ P будетъ рисовать копію равную оригиналу.

Изъ подобія треугольниковъ MNR и PNZ мы вывели, что отношеніе линій оригинала къ линіямъ копіи равно отношенію величинъ m къ n. Стало быть, чтобы линіи копіи были вдвое менѣе соотвѣтственныхъ линій оригинала, то n должно быть вдвое менѣе m. Вставя эти величины въ формулы опредѣляющія величину bN и bP вмѣсто n единицу, а вмѣсто m два получимъ: bN = $\frac{2A \cdot 1}{2+1} = \frac{2}{3}$ A, bP = $\frac{A \cdot n}{m}$ = ½A.

Отложивъ эти части линіи A отъ точки b по bP и по bf и уставя на нихъ центры трубочекъ N и P будемъ получать копію, которой всѣ линіи будутъ составлять отъ соотвѣтственныхъ линій оригинала ½ часть.

Чтобы линіи оригинала были уменьшены въ три раза, то при n равномъ единицѣ $m = 3$: и такъ подставя получимъ bN = $\frac{2A \cdot 1}{4}$ = ½A; bP $\frac{A \cdot 1}{3}$ = ⅓ A, и т д.

Когда нужно увеличить планъ, то должно переставить штифтъ на мѣсто карандаша, а карандашъ на мѣсто штифта и тогда всѣ выведенныя величины останутся безъ измѣненія.

Но чтобы всякій разъ не дѣлать вычисленій, то раздѣляютъ линію ab на части и части эти наносятъ на продолженіе ab и bf, а черты дѣленій, принадлежащія одному и тому же построенію означаютъ одинаковыми цифрами.

Если оригиналъ нужно уменьшить или увеличить такъ, чтобы площади оригинала и копіи были въ извѣстномъ содержаніи, то должно опредѣлить во сколько разъ должно увеличить или уменьшить каждую линію оригинала, и потомъ поступать какъ это было описано. Такъ на примѣръ: уменьшить планъ такъ, чтобы площадь копіи была менѣе площади оригинала въ 4 раза, тогда каждую линію нужно уменьшить на величину равную $\sqrt{4}$, т. е. въ 2 раза.

Примѣчаніе. Иногда дѣлаютъ пантографы такъ, что трубки всѣ утверженны неподвижно, а передвигаются линейки, и ихъ называютъ микрографами. Теорія и употребленіе микрографовъ одинакова съ прежде описаннымъ. (Также дѣлаютъ микрографы съ неподвижными линейками, а на линейкахъ дѣлаютъ отверстія, въ которыя и вставляютъ трубки).

c) Употребленіе

Установивши центры трубокъ P и N на извѣстныя числа, подкладываютъ подъ трубку M оригиналъ, а подъ трубку P чистую бумагу и штифтомъ обводятъ по всѣмъ контурамъ, тогда карандашъ начертитъ желаемую фигуру.

Когда планъ надобно увеличить, то нужно поставить карандашъ на мѣсто штифта и подкладывать бумагу подъ трубку M, а планъ подъ трубку P.

Чтобы карандашъ не чертилъ въ то время, когда переходитъ отъ одной контуры къ другой, то его поднимаютъ помощію спурка, проходящаго черезъ ушки.

Мы разсмотрѣли тотъ случай, когда точка вращенія была въ точкѣ N. Перемѣстимъ теперь стержень вращенія инструмена въ точку M, обводный штифтъ въ P, а карандашъ въ N и выведемъ теорію. Когда двинемъ штифтъ по линіи, напримѣръ, PS (чер.. 181) то карандашъ пройдетъ по линіи Nt параллельной къ PS, отъ чего получимъ два подобныхъ тругольника PMS и NMt, изъ подобія которыхъ найдемъ: что PS:Nt = = MN:MP: стало быть и при такой установкѣ отношеніе линій оригинала къ линіямъ копіи будетъ равно отношенію линій, соединяющихъ точку вращенія со штифтомъ и карандашемъ.

Для опредѣленія положенія точекъ N и P, разсмотримъ опять два подобныхъ тругольника a M P и b N P, изъ подобія ихъ слѣдуетъ что

$aM : bN = MP : NP$; и $ba : bP = MN : NP$; означимъ для краткости Ma черезъ 2A; ab черезъ A; MN черезъ m и NP черезъ n; слѣдовательно $2A : bN = (m+n) : n$. (1), и $A : Pb = m : n$ (2).

Но мы вывели, что отношеніе линій оригинала къ линіямъ копіи равно отношенію MP: къ NP, или равно отношенію $(m+n)$ къ n; стало быть, чтобы копія равнялась оригиналу, то $(m+n)$ должна равняться n; слѣдовательно при такой установкѣ нельзя начертить копію равную оригиналу.

Чтобы линіи копіи были въ два раза менѣе линій оригинала, то n должно быть вдвое менѣе $(n+m)$, или $n = m$ и тогда изъ пропорціи;

$$(1)\ 2A : bN = 2 : 1;\ bN = \frac{2A}{2} = A.$$

$$(2)\ A : bP = 1 : 1;\ bP = A.$$

Чтобы линіи копіи составляли $^1/_3$ отъ линіи оригинала, то n должно составлять $^1/_3$ отъ $(m+n)$; и такъ если $n = 1$, то $m = 2$ и изъ пропорцій.

$$(1)\ 2A : bN = 3 : 1;\ bN = \frac{2}{3} A.$$

$$(2)\ A : bP = 2 : 1;\ bP = \frac{A}{2}$$

Точно также опредѣлимъ величины bN и bP при всякомъ требованіи.

Когда нужно будетъ увеличить планъ, то штифтъ должно помѣстить въ точку N, а карандашъ въ P.

§ 77. Пантографъ Гавара.

а) Устройство (чер. 182).

На линейкѣ R'R движется обоймица S съ трубочкою P, въ которую вставляется заостренный штифтъ. Обоймица S по желанію можетъ быть закрѣплена винтомъ E; на этой же линейкѣ устроенъ шпинекъ h, имѣющій снизу костяной шарикъ, шпинекъ этотъ прикрѣпляется винтомъ E'

Линейка R'R соединяется шарнирами m и n съ линейками AB и D'D.

На линейкѣ AB движется обоймица S' и по желанію закрѣпляется винтомъ a; къ этой обоймицѣ прикрѣплена трубочка N, въ которую вставляется стержень, или ось, около котораго вращается весь инструментъ. Ось вращенія прикрѣплена къ тяжелой подставкѣ T.

На линейки AB и D'D надѣваются обоймицы H и K, соединенныя съ линейкою FF. Обоймицы эти закрѣпляются винтами *b* и *f*.

На линейкѣ FF движется обоймица *x* съ трубочкою M, въ которую проходитъ трубка съ карандашемъ. Обоймица *x* по желанію закрѣпляется винтомъ *t*. Снизу линеекъ прикрѣплены костяныя колеса, а надъ обоймицами сдѣланы ушки, сквозь которыя пропускается нить для поднятія карандаша.

Къ этому инструменту прилагается циркуль и двѣ линейки для удлиненія линеекъ AB и D'D.

b) Теорія. (чер. 183).

Пусть *a* и *b* представляютъ центры шарниров *m* и *n*, а N, M и P центры трубокъ. Когда двинемъ штифтъ P по линіи RP, то карандашъ M пройдетъ по линіи MS параллельной къ R P, слѣдовательно линія оригинала RP будетъ относится къ линіи копіи MS, такъ какъ NP, къ NM. Стало быть для опредѣленія мѣста трубки M можно разсмотрѣть два подобныхъ тріугольника *a* NP и DNM, изъ подобія которыхъ слѣдуетъ:

(1) $aP : DM = NP : NM$ и
(2) $aN : DN = NP : NM$.

Чтобы линіи копіи составили $^1/_2$ отъ линіи оригинала, то NP должна быть вдвое болѣе NM и тогда:

$$(1)\ aP : DM = 2 : 1,\ DM = \frac{aP}{2}$$

$$(2)\ aN : DN = 2 : 1,\ DN = \frac{aN}{2}$$

И такъ если спустимъ линейку FF на половину *a*N и наставимъ обоймицу на линейкѣ FF такъ, чтобы M была отъ D на разстояніи равномъ половинѣ *a*P, то карандашъ будетъ чертить линіи, равныя половинѣ линіи оригинала.

Предположимъ, что линіи копіи должны составлять $^1/_3$ оригинала, то и MN должно составлять $^1/_3$ отъ NP и такъ изъ:

$$(1)\ aP : DM = 3 : 1;\ DM = \frac{aP}{3}.$$

$$(2)\ aN : DN = 3 : 1;\ DN = \frac{aN}{3}$$ и т. п.

Но чтобы не дѣлать всякій разъ вычисленій, то на линейкѣ FF назначаютъ величины частей линіи aP, а также и на линейкѣ aN и подписываютъ цифрами.

c) Употребленіе.

Употребляютъ этотъ пантографъ двумя способами: *a*) пользуясь дѣленіями линеекъ и *b*) не обращая вниманія на нихъ.

a) Уставя обоймицы на цифры, выражающія уменьшеніе линій оригинала, подъ штифтъ P кладутъ оригиналъ, подъ карандашъ чистую бумагу, и взявъ за шарикъ шпильки h, обводятъ по контурамъ оригинала, тогда карандашъ начертитъ снимаемую копію.

b) Когда встрѣтится надобность уменьшить оригиналъ въ столько разъ, что такого дѣленія нѣтъ на линейкахъ, то можно поступать такъ: пусть требуется уменьшить линіи оригинала въ $^4/_5$ раза.

Для этого ставятъ штифтъ P произвольно и взявъ пантографнымъ циркулемъ длину линій aN и найдя $^4/_5$ ея длины, должно отложить на линейкѣ Na отъ N и въ эту точку уставить обоймицу H, взявъ длину $^1/_5$ aN отложить отъ b по другой линейкѣ и уставить на эту точку обоймицу K; протянувъ нить отъ N къ P нужно подвигать обоймицу x дотѣхъ поръ, пока точка M попадетъ на линію N P и тогда подложить подъ P. оригиналъ, а подъ M бумагу, обвести контуры оригинала и карандашъ начертитъ копію въ $^4/_5$ оригинала.

Если оригиналъ очень великъ, то линейки AB и D'D можно удлинить. Если и при удлиненіи все таки пантографъ будетъ малъ, то разбить оригиналъ на части и перерисовать каждую отдѣльно.

Чтобы получить копію равную оригиналу. то ось вращенія должно помѣстить въ точку M, а карандашъ въ N и уставить обоймицу H на половину aN, тогда копія будетъ равна оригиналу,

Чтобы увеличить оригиналъ, то должно поставить ось вращенія въ M, а карандашъ въ N и опредѣлить величину ND. Такъ напримѣръ: пусть нужно увеличить оригиналъ въ два раза, т, е. чтобы линія NS' была вдвое болѣе PR': но PR': NS' = MP: NM, слѣдовательно линія NM должна быть вдвое болѣе MP, т. е. если MP = 1, то NM = 2; вставя эти числа въ пропорцію 2 получимъ, что aN:DN = 3 : 2; откуда DN = $^2/_3$ aN. Взявъ циркулемъ величину aN и найдя $^2/_3$ ея длины, должно эту величину отложить отъ N и уставить въ эту точку обоймицу H. отложивъ $^1/_3$ aN отъ b, должно уставить обоймицу K и натянувъ черезъ N и P нить подвинуть обоймицу x такъ, чтобы точка M совпала съ линіею NP и тогда карандашъ N начертитъ копію болѣе оригинала въ два раза.

ГЛАВА XIII.

МЕНЗУЛА.

Мензула есть тотъ снарядъ, помощію котораго горизонтальное положеніе угловъ мѣстности наносится на бумагу графически въ полѣ, безъ предварительнаго опредѣленія ихъ величины въ градусахъ и минутахъ и кромѣ того, всѣ подробности мѣстности рисуются тоже въ полѣ при самой съемкѣ.

Изъ сказаннаго видно, что съемка мензулою производится гораздо быстрѣе нежели съемка буссолью или астролябіею, а потому мензулу при подробныхъ съемкахъ можно предпочесть передъ другими инструментами; но и астролябія при съемкахъ имѣетъ передъ мензулою свои преимущества, а именно:

При производствѣ граничной съемки большихъ дачъ, астролябія имѣетъ преимущество передъ мензулою; потому что для производства граничной съемки мензулою, дачу должно раздѣлять на такія части, чтобы каждая изъ нихъ, по принятому масштабу, могла помѣститься на одномъ мензульномъ листѣ, а такое дѣленіе дачи отнимаетъ слишкомъ много времени, особенно если дача лѣсная; къ тому же, если лѣсная дача раздѣлена просѣками для съемки, и если при раздѣленіи ея на кварталы, сдѣланные просѣки не могутъ быть границами ихъ, то слѣдовательно трудъ и матеріалъ будутъ потеряны напрасно. Но предположимъ что и это неудобство устранено и граница дачи снята на отдѣльные мензульные листы, то по окончаніи работъ должно всѣ отдѣльные планы свести на одинъ общій планъ, а при такихъ работахъ непремѣнно должны быть ошибки.

Кромѣ всего описаннаго при граничной межевой съемкѣ требуется закономъ дѣлать описаніе граничныхъ линій, т. е. записывать величины угловъ румбическихъ и астролябическихъ; и длину этихъ линій; слѣдовательно, если дача будетъ снята мензулою, то всѣ эти величины должно будетъ опредѣлять по плану, отъ чего неминуемо также должны произойдти погрѣшности.

Разсмотрѣвъ это, считаю нужнымъ сказать, что если дача подлежащая къ съемкѣ вся не можетъ помѣститься на одномъ мензульномъ листѣ, то окружный обходъ удобнѣе сдѣлать астролябіею, а контуры внутри границъ можно снимать мензулою.

§ 78. Устройство разныхъ мензулъ.

Главныя части каждой мензулы суть: 1) квадратная доска (мензульная доска); 2) штативъ, и 3) треножникъ.

Доски во всѣхъ мензулахъ устроиваются квадратной формы: длина бока квадрата бываетъ различна отъ 10 до 28 дюймовъ.

Мензульныя доски дѣлаются изъ сухаго дерева, или цѣльною доскою, или такъ: изъ крѣпкаго сухаго дерева связывается рамка *ahfb* (чер. 184), внутри которой врѣзается крестъ *nn' mm'*, снизу и сверху рамка *ahfb* оклеивается сухими липовыми досками: при этомъ верхняя непремѣнно должна представлять плоскость.

Иногда внутри рамки между досками укладываютъ куски сухаго дерева такъ, чтобы направленіе волоконъ дерева было въ разныя стороны.

Всѣ эти предосторожности нужны для того, чтобы отъ сырости доска не могла скоробиться или лопнуть и, разорвавъ бумагу уничтожить работу.

Предполагали доски дѣлать изъ матоваго стекла, вставляя его въ рамку. Конечно такого рода доски хороши, потому что сырость не оказываетъ на нихъ никакого вліянія, но онѣ легко могутъ разбиться при перевозкѣ.

На мензульную доску наклеиваютъ ту бумагу, на которой будетъ производиться съемка. Для большей прочности плана къ доскѣ прибиваютъ гвоздиками колепкоръ и на него уже наклеиваютъ бумагу.

Различіе мензулъ состоитъ только въ устройствѣ ихъ штативовъ, а именно:

1. Устройство штатива Мюнхенской мензулы (чер. 185).

Продолговатая доска AB наглухо соединена съ кругомъ DD. Кругъ DD накладывается на равный ему кругъ EE, къ которому винтами *aa* привинчивается желѣзный стержень FF, проходящій сквозь кругъ DD и доску AB, на конецъ его накладывается пластинка *bb* и гайкою *oo* доска AB соединяется съ кругомъ EE. а этотъ послѣдній накладывается на три цилиндра M, M, M, которые помощію винтовыхъ нарѣзокъ навинчиваются на болты N, N, N. Болты N, N, N, проходятъ сквозь кругъ PP и помощію болтовъ X соединяются съ ножками R. Гайка T прикрѣпляетъ ножку треножника къ кругу PP. Кольцо *tt*, обхватывая снизу цилиндръ M, сжимается винтомъ *y* и помощію этого винта можно сдѣлать движеніе винта N свободнѣе.

Для того, чтобы описанная часть штатива немогла спадать съ треножника, то стержень FF пропускается сквоть кругъPP и снизу закрѣпляется гайкою S, между которою и кругомъ PP накладыв ется кольцо *mm*.

Къ кругу EE, винтами *bb* прикрѣпляется мѣдный кругъ *mm*, которымъ вся верхняя часть штатива накладывается на подъемные цилиндры M, M, M.

Когда гайка S будетъ ослаблена, то верхняя часть штатива можетъ свободно двигаться около вертикальной оси, если же будетъ закрѣплена, тогда верхняя часть штатива будетъ неподвижна, а для сообщенія ей медленнаго движенія служитъ микрометренный винтъ HH, который устроенъ такъ: къ кругу DD придѣланъ брусокъ *h*, а къ кругу EE брусокъ *f*; снизу этихъ брусковъ сдѣланы металическія гнѣзда *f'*, *h'*, въ одномъ изъ нихъ помѣщается мѣдный шарикъ *h''* съ винтовою нарѣзкою, въ которую проходитъ микрометренный винтъ H, помѣщающійся своимъ шарикомъ *f''* въ гнѣздѣ *f'*.

На доску AB накладывается мензульная доска KK, которая помощію двухъ деревянныхъ скобъ LL и винтовъ ZZ прикрѣпляется къ доскѣ AB.

2) Устройство штатива мензулы Рейссига (усовершенствованный Мюнхенскій) (чер. 186).

Устройство штатива мензулы Рейссига состоитъ въ слѣдующемъ: въ рамкѣ *ab* помѣщается продолговатая доска AA, въ срединѣ которой проходитъ мѣдная втулка *hh*, прикрѣпляющаяся винтами *f*. Кругъ BB склеенъ изъ трехъ равныхъ круговъ B'''B''', B'B и B''B', въ срединѣ круга BB проходитъ мѣдная втулка *mm*, прикрѣпленная винтами *m*, внутри втулки *mm* помѣщается яблоко P со стержнемъ S, сверхъ яблока накладывается деревянная пластинка *n'n'*; когда кругъ будетъ соединенъ съ доскою AA, тогда втулка *mm* взойдетъ плотно во втулку *hh*; сверхъ деревянной пластинки *n'n'* накладывается круговая пружина K и во втулку *hh* ввинчивается гайка *h'h''*, такимъ образомъ кругъ BB соединяется съ доскою AA.

Равносторонній треугольникъ D склеенъ изъ трехъ равныхъ треугольниковъ D'''D''', D'D' и D''D''; въ срединѣ треугольника D проходитъ трубка *a'a'a'a'*, прикрѣпляющаяся винтами *b'*, когда сквозь эту трубку пройдетъ стержень S, то на него надѣвается круговая пружина NN, потомъ надѣвается кольцо *rr* и завинчивается гайкою *r'r'*.

Въ этотъ же треугольникъ вставляются три шпіатровыя трубки *xx*, прикрѣпляющіяся винтами *x'*, съ боку этихъ трубокъ вкладывается мѣдная пластинка *y*, въ которую упирается винтъ *Z*; въ эти шпіатровыя трубки пропускаются подъемные винты HH, въ верхней части которыхъ винтами M прикрѣпляются мѣдныя чашки Ll.

Треугольникъ D накладывается на кругъ треножника FF такъ, чтобы концы болтовъ TT приходились въ отверстія сдѣланныя въ треножникѣ, а стержень S прошелъ въ отверстіе круга FF, снизу котораго сдѣлана круговая вырѣзка EE для того, чтобы на стержень S можно свободно на-

винтить становой винтъ K и такимъ образомъ штативъ прикрѣпляется къ треножнику.

На рамку *ab* накладывается мензульная доска *ii*, а съ низу той же рамки прикладываются двѣ деревянныя пластинки *ll*, прикрѣпляющіяся къ мензульной доскѣ винтами O.

Удобство штатива мензулы Рейсенга передъ Мюнхенскимъ состоитъ въ томъ, что при приведеніи доски въ горизонтальное положеніе, стержень FF (чер. 185) не можетъ согнуться. Назначеніе пружинъ состоитъ въ томъ, чтобы въ случаѣ, если мензула упадетъ, то пружины вытягиваясь сохраняютъ въ цѣлости стержень.

3) Устройство штатива блокъ мензулы (чер. 187).

Къ доскѣ AA, винтами *aaaa* привинчивается мѣдная круглая пластинка BB съ цилиндрическою втулкою *bb*, которая надѣвается на мѣдный стержень DD сдѣланный изъ одного куска металла съ кругомъ EE.

Кругъ EE винтами *ff* соединяется съ круглымъ деревяннымъ брусомъ FF, въ этомъ брусѣ сдѣланы круглыя отверстія, которыми онъ надѣвается на концы болтовъ *m*. Болты *m*, проходя сквозь кругъ треножника HH, имѣютъ винтовыя нарѣзки, на которыя навинчивается гайка *n*.

Въ кругѣ FF вправлена мѣдная втулка K съ винтовою нарѣзкою. Становой винтъ L входя въ эту нарѣзку прикрѣпляетъ штативъ къ треножнику.

Къ кругу EE привинчено кольцо *hh*, въ ушки котораго проходитъ винтъ M. Сверхъ этого кольца лежитъ другое кольцо *ll*, которое сжимается винтомъ N. Къ кругу EE и къ кольцу *ll* прикрѣплены скобки *xx*, сквозь которыя проходитъ микрометренный винтъ PP. Кольцы *hh* и *ll* имѣютъ такой діаметръ, чтобы втулка *bb* свободно входила внутрь ихъ, тогда закрѣпивъ винты N и M, доска AA будетъ неподвижна, для сообщенія же ей медленнаго движенія служитъ микрометренный винтъ P.

4) Устройство штатива мензулы Стефана (чер. 188).

Квадратная доска AB, имѣющая сверху два бруска *p*, *p*, шарнирами *m*,*m* и винтомъ *n* соединяются съ другою такою же доскою DD, а доска DD шарнирами *m'* *m'* и винтомъ *n'* соединяется съ третьею таковою же доскою EE. Доска EE соединяется винтами съ доскою FF. Снизу доски FF сдѣлана такого же размѣра толстая доска HH, къ которой помощію винтовъ прикрѣпляются ножки MMM.

Всѣ описанныя доски имѣютъ въ срединѣ круглое отверстіе. Между досками AB и DD помѣщено мѣдное кольцо съ тремя вѣтвями *a*,*a*,*a*, (чер. 189), въ отверстіе котораго (*b*) проходитъ становой винтъ N и этимъ винтомъ мензульная доска прикрѣпляется къ штативу.

Ключемъ *x* сообщается медленное движеніе мензульной доскѣ въ то время, когда она будетъ закрѣплена становымъ винтомъ. Винты *n* и *n'* служатъ для приведенія мензульной доски въ горизонтальное положеніе и называются подъемными.

Въ прежнихъ мензулахъ Стефана вмѣсто досокъ были три мѣдные треугольника, соединенные между собою такъ же, какъ и доски, т. е. шарнирами и винтами.

Въ настоящемъ устройствѣ мензула удобнѣе потому, что она неравненію легче.

5) Устройство штатива мензулы Эртеля (чер. 190).

Квадратная деревянная доска AA накладывается на мѣдный кругъ BB. Кругъ BB имѣетъ въ срединѣ пустую чашку DD, надъ которою винтами *ff* привинчивается пластинка *bb*, имѣющая втулку *mm*. Винтъ N, входя въ углубленіе *aa* доски и будучи ввинченъ во втулку *mm*, соединяетъ кругъ съ доскою, для большей прочности къ доскѣ AA прикрѣпляются два деревянныхъ бруска E, на эти бруски и на кругъ накладываются пластинки *hh* и сквозь нихъ пропускаются винты F. Въ чашку DD пропускается стержень L съ головкою *k*, стержень этотъ проходитъ черезъ средину правильнаго металлическаго шестиугольника HH, и привинчивается гайкою M. Къ шестиугольнику HH припаяны три втулки H'', сквозь которыя проходятъ винты *p*, упирающіеся въ кругъ BB; этими винтами доска AA приводится въ горизонтальное положеніе. Ножки S помощію болтовъ K и гаекъ *t* соединяются съ шестиугольникомъ HH. Къ мензульной доскѣ A B' винтами E' F привинчиваются планки D' D' съ пазами, въ которыя входятъ края доски AA. Четыре винта *x* съ головками *g*, проходя сквозь доску AA, упираются въ доску A' B и тѣмъ прикрѣпляютъ ее къ штативу.

§ 79. Инструменты, принадлежащіе къ мензулѣ.

Инструменты принадлежащіе къ мензулѣ суть: I) уровень, II) алидада, III) мензульная буссоль и IV) вилка.

I Уровень.

Устройство и повѣрка уровня описаны въ § 6.

Употребленіе уровня для приведенія мензульной доски въ горизонтальное положеніе.

Чтобы привести данную плоскость MN (чер. 191), имѣющую подъемные винты *a*, *b*, *n*, въ горизонтальное положеніе, то ставятъ изслѣдо-

ваніый уровень по направленію двухъ какихъ нибудь подъемныхъ винтовъ, напримѣръ a и b и дѣйствуя этими винтами въ разныя стороны, приводитъ пузырекъ уровня на средину трубки; потомъ ставятъ уровень по линіи nm, т. е. по направленію на третій винтъ n, такъ чтобы линія mn приблизительно была перпендикулярна къ линіи ab, и дѣйствуя винтомъ n снова приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки, отъ этого дѣйствія получаются двѣ горизонтальныя линіи ab и mn, лежащія въ плоскости NM; слѣдовательно и плоскость MN будетъ горизонтальна (ибо положеніе плоскости опредѣляется двумя пересѣкающимися линіями).

II. Алидада

Алидада служитъ для проведенія на мензульной доскѣ линій, выражающихъ направленія на различныя точки мѣстности.

Алидады бываютъ двухъ родовъ: 1) алидада съ діоптрами и 2) алидада съ зрительною трубою или кипрегель.

1) Алидада съ діоптрами.

a) Устройство. (чер. 192)

Алидада съ діоптрами есть обыкновенная мѣдная линейка, длиною отъ 10 до 30 дюймовъ, шириною около 2 дюймовъ и толщиною должна быть не болѣе 0,1 дюйма, къ концамъ ея прикрѣпляются два обыкновенные діоптра A и B (такіе же какъ и въ астролябіи). Иногда верхняя плоскость линейки остается чистою, а иногда нарѣзается на ней масштабъ и къ ней же прикрѣпляется уровень ab.

Въ послѣднее время алидады устраиваютъ съ подвижною линейкою, которая съ помощію пластинокъ mm и шарниров n, n, n, n, можетъ приближаться и отдаляться отъ алидады, имѣя ребро hh всегда параллельное краю алидады pp.

b) Изслѣдованія.

Предъ употребленіемъ алидады должно изслѣдовать выполняются ли слѣдующія условія: 1) перпендикулярна ли коллимаціонная плоскость, (т. е. плоскость, проходящая чрезъ прорѣзы и волоски діоптровъ), къ нижней плоскости линейки и 2) параллельна ли колимаціонная плоскость съ краемъ линейки.

Первое условіе изслѣдуется такъ: ставятъ алидаду на мензульную доску приведенную въ горизонтальное положеніе и смотрятъ сквозь прорѣзъ

одного діоптра, покрываетъ ли волосокъ противуположнаго діоптра, повѣшенную веревку съ грузомъ на концѣ, если покрываетъ, то требуемое условіе выполняется; въ противномъ случаѣ, нужно подъ діоптры подложить бумаги или фольги и именно столько, чтобы весь волосокъ предметнаго діоптра покрывалъ веревку.

Для изслѣдованія втораго условія ставятъ алидаду на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе и смотря черезъ діоптры, замѣчаютъ на стѣнѣ зданія ту точку, которую покрываетъ волосокъ, проведя линію по краю линейки, приставляютъ къ ней алидаду тѣмъ же краемъ линейки, но такъ, чтобы предметный діоптръ сдѣлался глазнымъ и снова замѣчаютъ ту точку, которую покроетъ волосокъ предметнаго діоптра; потомъ въ проведенную линію втыкаютъ (въ доску) перпендикулярно двѣ иглы (по треугольнику), и смотря чрезъ нихъ, снова замѣчаютъ на стѣнѣ точку, если эта точка будетъ равно отстоять отъ прежде замѣченныхъ точекъ, то коллимаціонная плоскость параллельна къ краю линейки; въ противномъ случаѣ должно одинъ и тотъ же діоптръ имѣть во все время съемки предметнымъ или глазнымъ *).

c) Употребленіе.

Пусть требуется на мензулѣ назначить линію мѣстности AB (чер. 193). Для этого надъ однимъ концемъ линіи ставятъ горизонтально мензулу, а въ другой конецъ ставятъ отвѣсно вѣху; потомъ избравъ на мензулѣ точку такъ, чтобы она была отвѣсно надъ точкою стоянія, (напримѣръ пусть эта точка будетъ a), прикладываютъ къ ней алидаду и поворачиваютъ ее до тѣхъ поръ, пока смотря чрезъ прорѣзъ глазнаго діоптра, волосокъ предметнаго діоптра покроетъ поставленную вѣху; проведя по краю алидады линію ab получимъ на мензулѣ направленіе линіи мѣстности.

Если при алидадѣ есть подвижная линейка, тогда поступаютъ такъ: избравъ на мензулѣ точку, ставятъ близъ нее алидаду и направляютъ на вѣху, потомъ придерживая алидаду, подвижную линейку отодвигаютъ до избранной точки и по краю ея проводятъ линію, которая и выразитъ направленіе данной линіи на мѣстности.

2) Алидада съ зрительною трубою или кипрегель.

а) Устройство (чер. 194).

Колонна B, имѣющая на верху пустой цилиндръ aa, на глухо прикрѣпляется къ пластинкѣ bb, которая помощію винтовъ n, n', n'', соеди-

*) Примѣчаніе. — Это дѣлается для того чтобы сказанная погрѣшность не имѣла вліянія на точность нанесеннаго угла и дѣйствительно на сколько отъ этой погрѣшности измѣнится положеніе одной линіи на столько же и другой.

няется съ линейкою AA, (иногда колонна прямо прикрѣпляется къ линейкѣ AA).

Въ цилиндръ *aa* входитъ плотный цилиндръ, служащій осью вращенія трубы. Къ одному концу этого цилиндра наглухо прикрѣпленъ кольцо DD, въ которое ввинчивается зрительная труба (иногда труба безъ кольца прямо прикрѣпляется къ цилиндру), на другомъ концѣ цилиндра сдѣлана винтовая нарѣзка, въ которую входитъ винтъ *m*. Между винтомъ *m* и концемъ пустаго цилиндра вкладывается кольцо, отъ чего конецъ плотнаго цилиндра не приходитъ въ соприкосновеніе съ винтомъ *m*, и слѣдовательно помощію винта *m* труба можетъ быть закрѣплена.

На верхней поверхности линейки AA помѣщается уровень и нарѣзается масштабъ. Линейка AA должна имѣть ширину не менѣе $1\frac{1}{2}$ дюйма и толщину не менѣе 0, 1 дюйма.

Иногда при линейкѣ AA устроивается подвижная линейка подобно тому какъ это устроено при обыкновенной алидадѣ.

Труба кипрегеля состоитъ изъ трехъ колѣнъ плотно входящихъ одно въ другое. Въ одномъ крайнемъ колѣнѣ FF вправляется двояко выпуклое стекло *ff*, которое всегда обращается къ предмету, и потому называется предметнымъ или объективомъ: въ другое крайнее колѣно H вставляется тоже двояко выпуклое стекло меньшаго діаметра, которое служитъ для разсматриванія получаемыхъ изображеній и называется глазнымъ стекломъ или окуляромъ.

Кольцо KK соединяется съ другимъ кольцемъ, находящимся внутри трубы M, на этомъ послѣднемъ натянуты крестообразно волоски или паутинныя нити. Этотъ приборъ называется сѣткою и служитъ для точной установки трубы при визированіи на предметъ. Помощію винтовъ *p*, *p*, *p*, *p*, сѣтку можно немного передвигать.

b) **Изслѣдованіе кипрегеля.**

Прежде нежели приступимъ къ изслѣдованію, объяснимъ установку трубы, т. е. 1) чтобы нити сѣтки казались черными и рѣзкими черточками; 2) чтобы съ перемѣщеніемъ глаза не было кажущагося движенія нитей, и 3) чтобы разсматриваемый предметъ былъ ясно видѣнъ. Для выполненія перваго условія должно подвигать трубу съ окуляромъ. Для уничтоженія второй погрѣшности, которая происходитъ отъ того, что изображеніе предмета въ трубѣ не совпадаетъ съ плоскостію сѣтки, должно не много передвинуть кольцо съ сѣткою: а для выполненія третьяго условія, должно выдвигать или вдвигать второе колѣно трубы, не измѣняя положенія трубочки съ окуляромъ относительно сѣтки.

Изслѣдованія кипрегеля состоятъ въ слѣдующемъ: 1) плоскость описываемая при движеніи оптической оси перпендикулярна ли къ нижней

плоскости линейки A, и 2) плоскость описываемая оптическою осью трубы будетъ ли параллельна къ краю линейки A?

Первое условіе будетъ выполняться, если: a) оптическая ось трубы будетъ перпендикулярна къ оси вращенія, и b) если ось вращенія трубы будетъ параллельна къ нижней плоскости линейки.

a) Для изслѣдованія перпендикулярности оптической оси къ оси вращенія, поступаютъ такъ: ставятъ кипрегель на мензульную доску установленную горизонтально и направя трубу на какой нибудь предметъ, замѣчаютъ ту точку, въ которую упадетъ пересѣченіе нитей, такъ напримѣръ пусть (чер. 195) xx' есть ось вращенія трубы, а yy есть оптическая ось не перпендикулярная къ оси вращенія, и пусть замѣченная точка есть n; проведя по краю линейки линію ab, приставляютъ кипрегель къ этой линіи тѣмъ же краемъ линейки, но противуположными концами, тогда ось вращенія xx' займетъ мѣсто $x'x''$: повернувъ трубу около оси вращенія снова замѣчаютъ ту точку, въ которую упадетъ пересѣченіе нитей, пусть это будетъ m. Очевидно, что если бы пересѣченіе нитей покрыло ту же точку, то оси xx' и yy' были бы взаимно перпендикулярны.

Разсматривая чертежъ замѣчаемъ, что треугольникъ $nx'm$ равнобедренный; стало быть, если раздѣлить линію nm пополамъ и точку h соединить съ x', то линія $x'h$ раздѣлитъ уголъ $nx'm$ пополамъ: а такъ какъ уголъ $nx'h$ будетъ служить углу $xx'n$ дополненіемъ до прямаго, то очевидно, что оптическая ось трубы будучи совмѣщена съ линіею $x'h$ будетъ перпендикулярна къ xx'. Что бы совмѣстить оптическую ось съ линіею $x'h$, то должно винтами pp передвинуть сѣтку на столько, чтобы пересѣченіе нитей закрыло точку h и тогда условіе будетъ выполнено.

b) Для изслѣдованія параллельности оси вращенія трубы къ нижней плоскости линейки, должно навести трубу на какую нибудь высокую точку A (чер. 196) и опустивъ трубу замѣтить ту точку, которую покроетъ пересѣченіе волосковъ, напримѣръ B. Переставивъ кипрегель противуположными концами, снова нужно навести трубу на точку A и опустивъ трубу смотрѣть: если пересѣченіе волосковъ покроетъ ту же точку B, то ось вращенія параллельна къ нижней плоскости линейки: въ противномъ случаѣ, нужно вновь замѣтить ту точку, куда упадетъ пересѣченіе волосковъ, напримѣръ B', тогда раздѣливъ линію BB' пополамъ и замѣтивъ эту точку, напримѣръ D, должно завинчивать или отвинчивать винтъ x (чер. 194), упирающійся въ поверхность линейки AA до тѣхъ поръ, пока пересѣченіе волосковъ покроетъ точку D, (при чемъ предварительно должно ослабить винтъ n'').

Если же колонна прямо прикрѣплена къ линейкѣ AA, то должно подъ нее подложить бумаги столько, чтобы пересѣченіе нитей покрыло точку D; но на точность такой поправки полагаться нельзя.

Примѣчаніе. Повѣрку параллельности оси вращенія къ нижней плоскости линейки можно изслѣдовать еще такимъ образомъ (черт. 196)

установивъ кипрегель на мензульной доскѣ, приведенной въ горизонтальное положеніе, наводятъ трубу на высокую точку A, а между предметомъ и мензулою ставятъ сосудъ съ ртутью или съ масломъ, или вмѣсто этого, въ сосудъ съ водою кладутъ зеркало, потомъ трубу опускаютъ, и если пересѣченіе нитей упадетъ на отраженіе точки A т. е. въ точку A', то это удостовѣритъ, что ось вращенія трубы параллельна къ нижней плоскости линейки; въ противномъ случаѣ колонну нужно поправить

Параллельность плоскости описываемой оптическою осью трубы къ краю линейки, изслѣдуется такъ же какъ параллельность коллимаціонной плоскости алидады къ ея краю.

Въ случаѣ невыполненія этого условія, должно поправить коллону, а для этого въ пластинкѣ *bb* (чер. 194) дѣлаются дугообразные прорѣзы *mm*; винты *ll*, входя въ пластинку винтовыми нарѣзками, концами упираются въ винтъ *n* ', слѣдовательно отвинчивая одинъ изъ нихъ и ввинчивая другой, пластинка съ колонною будетъ двигаться около винта *n*.

При съемкѣ часто встрѣчается надобность опредѣлять углы наклоненій данныхъ линій, по этому на концѣ оси противуположномъ трубѣ устраиваютъ или секторъ, или полный кругъ, а къ колоннѣ прикрѣпляютъ поніусъ и тогда помощію этого прибора можно измѣрять углы наклоненій; но часто встрѣчается надобность измѣрять углы съ точностію до минуты: по этому доска мензулы точно должна быть приводима въ горизонтальное положеніе, и понятно, что уровень употребляемый для этого долженъ имѣть значительную чувствительность. Употреблять же чувствительный уровень при мензулѣ почти невозможно потому, что потребуется слишкомъ много времени для приведенія мензульной дости въ горизонтальное положеніе, къ тому же мензула помѣщаясь на ножкахъ значительной длины, не можетъ имѣть большой устойчивости; это послѣднее обстоятельство почти совершенно уничтожаетъ употребленіе чувствительныхъ уровней для установки плоскости мензульной доски въ горизонтальное положеніе: но при измѣреніи угловъ наклоненія необходимо, чтобы нижняя плоскость линейки была въ горизонтальномъ положеніи, и потому нашли удобнымъ употреблять чивствительный уровень, помѣщая его на трубѣ инструмента, тогда помощію этого уровня легко можно будетъ опредѣлить на сколько извѣстная линія на мензульной доскѣ уклонилась отъ горизонтальнаго положенія.

Кипрегель съ уровнемъ на трубѣ отличается отъ обыкновеннаго кипрегеля тѣмъ, что на сторонѣ противуположной трубѣ устроенъ полный кругъ, который прикрѣпляется къ коллонѣ неподвижно. Ось трубы соединяется съ алидадою, на одномъ концѣ которой устроивается поніусъ съ точностію: или до одной минуты, или до 30 секундъ; дѣленія на кругѣ располагаются отъ нуля въ обѣ стороны и нуль подписанъ на верху круга такъ, что когда нулевыя черты поніуса и лимба будутъ совмѣщены, тогда оптическая ось трубы будетъ параллельна къ нижней плоскости линейки.

На трубѣ укрѣпляется чувствительный уровень, а на линейкѣ кипрегеля менѣе чувствительный, помощію котораго мензульная доска приводится въ горизонтальное положеніе.

Кромѣ тѣхъ изслѣдованій, которыя дѣлаются съ кипрегелемъ обыкновеннымъ, должно еще удостовѣриться:

1) Будетъ ли оптическая ось трубы параллельна къ нижней плоскости линейки въ то время, когда нулевая черта ноніуса будетъ приведена въ совпаденіе съ нулевою чертою лимба, и

2) Параллельна ли оптическая ось трубы съ осью уровня, помѣщеннаго на трубѣ?

Первое условіе изслѣдуется такъ: поставя кипрегель на мензульную доску, приведенную въ горизонтальное положеніе, направляютъ трубу на какую нибудь точку и производятъ отсчетъ по ноніусу, потомъ кипрегель переставляютъ и обративъ трубу около оси вращенія, снова направляютъ на ту же точку и снова производятъ отсчитываніе. Имѣя эти данныя, должно поступать такъ: пусть напримѣръ начальное отсчитываніе было a, а второе отсчитываніе было b; если $\frac{a+b}{2}-90$ равно нулю, то слѣдовательно условіе выполнено; въ противномъ случаѣ нужно исправить горизонтальную нить сѣтки на величину $\frac{a+b}{2}-90$.

Второе изслѣдованіе производится такъ: приведя нулевыя черты ноніуса и круга въ совпаденіе, ставятъ кипрегель на мензульную доску и приводятъ, подъемными винтами, доску въ такое положеніе, чтобы пузырекъ уровня помѣщеннаго на трубѣ былъ на срединѣ, тогда ось уровня приметъ положеніе линіи ab, (чер. 197), т. е. будетъ горизонтальна. Если предположить, что оптическая ось трубы непараллельна оси уровня; то стало быть оптическая ось трубы приметъ положеніе mn; направивъ пересѣченіе нитей трубы на какую нибудь произвольную точку, напримѣръ А производятъ отсчетъ по лимбу, напримѣръ h'; дѣйствительный же уголъ наклоненія линіи ВА есть уголъ h равный h' безъ f. Переставя кипрегель и перевернувъ трубу около оси вращенія, снова приводятъ нулевыя черты ноніуса и круга въ совпаденіе и подъемными винтами мензулы приводятъ пузырекъ уровня находящагося на трубѣ на средину, тогда (чер. 198) ось уровня займетъ мѣсто ba, а оптическая ось трубы nm. Направя пересѣченіе нитей трубы на ту же точку А найдемъ уголъ h''; между тѣмъ истинный уголъ наклоненія будетъ h равный $h''+f$. Такъ какъ h есть величина одна и таже, то слѣдовательно $h'-f$ должно быть равно $h''+f$, откуда $h'-h''=2f$; а $f=\frac{h'-h''}{2}$. Если f равенъ будетъ нулю, то условіе выполнено; въ противномъ случаѣ, должно винтами при уровнѣ измѣнить положеніе его оси и снова произвести описанный пріемъ.

Изслѣдованіе это можно произвести и такимъ образомъ: установивъ оптическую ось параллельно нижней плоскости линейки, т. е. совмѣстивъ нулевую черту ноніуса съ нулевою чертою круга, должно подъемными винтами привести пузырекъ уровня на средину, потомъ кипрегель переставляется обратными концами, и если пузырекъ уровня останется на срединѣ, то условіе выполняется: въ противномъ случаѣ винтами при уровнѣ должно перевести пузырекъ на половину той дуги, на которую онъ отошелъ отъ средины трубки.

Хотя этотъ способъ и легче прежде описаннаго, но вслѣдствіе малой устойчивости ножекъ мензулы, на него положиться нельзя.

Описанное изслѣдованіе можно произвести еще и такъ: если имѣется отдѣльный уровень одинаковой чувствительности съ уровнемъ помѣщеннымъ на трубѣ, то поставивъ кипрегель на мензульную доску и приведя въ совпаденіе нулевыя черты круга и ноніуса, должно отдѣльнымъ уровнемъ привести доску въ горизонтальное положеніе, а уровень на трубѣ винтами (при уровнѣ) поставить такъ, чтобы пузырекъ былъ тоже на срединѣ.

Примѣчаніе. Если нѣтъ чувствительнаго уровня, тогда должно сначала изслѣдовать параллельность оси уровня къ нижней плоскости линейки, а потомъ къ оптической оси трубы.

Такъ какъ въ описанномъ кипрегелѣ дѣленія расположены въ обѣ стороны, то очевидно, что не возможно будетъ знать, повышается ли линія (которой измѣряется уголъ наклоненія), или понижается: по этому нужно ввести знакоположенія, что и дѣлается такъ: если всегда имѣть уровень надъ трубою, и если объективъ трубы будемъ возвышать, то нуль ноніуса пойдетъ въ лѣвую сторону отъ нуля круга и наоборотъ, если будемъ понижать, то нуль ноніуса пойдетъ вправо отъ нуля лимба, и по этому на лимбѣ влѣво нуля ставится знакъ $+$, а вправо знакъ $-$, и тогда къ отсчитываемому углу наклоненія должно приписывать знакъ той части вертикальнаго круга, въ которой остановилась нулевая черта ноніуса. Очевидно, что если будетъ знакъ $+$, значитъ линія повышается, а если знакъ $-$, то линія понижается.

Углы наклоненій измѣряются такъ: пусть требуется измѣрить уголъ наклоненія, напримѣръ линіи AB (чер. 199), тогда должно надъ однимъ концемъ этой линіи, напримѣръ B, поставить мензулу, а въ другомъ концѣ A отвѣсно вѣху. Приведя плоскость мензульной доски въ горизонтальное положеніе, ставятъ на нее кипрегель такъ, чтобы колонна его находилась отвѣсно надъ точкою B, потомъ направляютъ пересѣченіе нитей трубы на такую точку D вѣхи, чтобы линія AD равнялась Ba, т. е. высотѣ оси кипрегеля надъ точкою стоянія; при чемъ отсчитываютъ показаніе ноніуса съ соотвѣтствующимъ знакомъ напримѣръ $+\ 9^{\circ}\,14'$; послѣ того опускаютъ трубу до тѣхъ поръ, пока пузырекъ уровня находящагося на трубѣ займетъ средину и при этомъ снова записываютъ показаніе ноніуса съ соотвѣтствующимъ знакомъ, напримѣръ $-\ 6'$, и тог-

да величина угла наклоненія получится, если изъ отсчитыванія при визированіи на вѣху вычтемъ второе показаніе съ приличнымъ знакомъ: слѣдовательно уголъ наклоненія будетъ $+9°14-(-6')=+9°20$.

Еще примѣръ: пусть при визированіи на вѣху было отсчитано $-4°38'$, а при положеніи пузырька на срединѣ $11'$, то величина угла будетъ $-4°38'-(-11')=-4°27'$.

Примѣчаніе. Разсмотримъ почему должно производить такое вычисленіе угла: пусть AB (чер. 200) есть положеніе нижней плоскости линейки кипрегеля при визированіи на точку M, и пусть мензульная доска установлена не точно въ горизонтальномъ положеніи, т. е. она имѣетъ положеніе AB, уклоняющееся отъ горизонтальнаго положенія на величину угла m. При совпаденіи нуля ноніуса съ нулемъ лимба, оптическая ось трубы приметъ положеніе fb, параллельное съ AB и слѣдовательно она уклонится отъ горизонтальной линіи hh' на величину угла m: если направимъ оптическую ось трубы на M, то отсчитаемъ уголъ $+n$ равный углу MDf, когда же подвинемъ трубу на столько, чтобы пузырекъ уровня, находящагося на трубѣ занялъ средину, то оптическая ось приметъ горизонтальное положеніе, т. е. совмѣстится съ линіею $h'h$, въ это время нуль ноніуса не перейдетъ по другую сторону отъ нуля лимба и показаніе его будетъ $+m$. Разсматривая чертежъ видимъ, что истинный уголъ наклоненія линіи DM есть уголъ hDM равный fDM$-f$Dh, т. е. равный $n-m$. Теперь предположимъ, что (чер. 201) мензульная доска AB установлена не точно въ горизонтальномъ положеніи, т. е. она имѣетъ положеніе AB, уклоняющееся отъ горизонтальнаго положенія на величину угла m. При совпаденіи нуля ноніуса съ нулемъ лимба оптическая ось трубы приметъ положеніе fb параллельное съ AB. и слѣдовательно она уклонится отъ горизонтальной линіи hh на величину угла m: если направимъ оптическую ось трубы на M, то отсчитаемъ уголъ $+n$, равный углу MDf; когда же подвинемъ трубу на столько, чтобы пузырекъ уровня, находящагося на трубѣ занялъ средину, то оптическая ось приметъ горизонтальное положеніе, т. е. совмѣстится съ линіею $h'h$, въ это время нуль ноніуса перейдетъ по другую сторону отъ нуля лимба и показаніе его будетъ $-m$. Разсматривая чертежъ видимъ, что истинный уголъ наклоненія линіи DM есть уголъ hDM равный $n+m$, такъ какъ этотъ уголъ есть уголъ повышенія, то онъ долженъ имѣть знакъ $+$; стало быть для вычисленія этой величины показаніе ноніуса должно ввести въ найденное равенство съ приличнымъ знакомъ, по этому и получимъ что hDM равенъ $+n-(-m)$ {что по раскрытіи скобокъ даетъ требуемую величину} или $h\mathrm{DM}=n+m$.

Если бы при этомъ же положеніи мензулы измѣрился уголъ наклоненія линіи DM (чер. 202), то при визированіи на точку M отсчитали бы показаніе ноніуса$-n$, т. е. уголъ fDM. При горизонтальномъ положеніи оптической оси трубы показаніе ноніуса будетъ $-m$. Очевидно, что истинный уголъ наклоненія линіи DM будетъ hDM равный MDf $-h$Df; т. е.

$hDM = -n - (-m)$. Итакъ видимъ, что истинная величина угла наклоненія всегда будетъ равна, показанію понІуса при визированіи на данную точку безъ показанія понІуса при горизонтальномъ положеніи оптической оси (т. е. при томъ положеніи трубы, когда пузырекъ уровня помѣщеннаго на ней будетъ на срединѣ).

Если найденная разность по вычисленіи будетъ имѣть знакъ $+$, то это будетъ значить, что данная линія повышается, а если знакъ $-$, то понижается.

c) Употребленіе.

Всѣ описанные кипрегели употребляются при мензульной съемкѣ для визированія совершенно одинаково какъ и алидада съ діоптрами.

3. Мензульная буссоль или компасъ.

a) Устройство. (чер. 203).

Мензульная буссоль или компасъ состоитъ изъ мѣдной цилиндрической коробки, внутри которой помѣщается высеребренное кольцо AB, раздѣленное на градусы, въ центрѣ этого кольца помѣщается острый шпиль, на который вѣшается магнитная стрѣлка NS; сверху буссоль закрывается стекломъ. Дно буссоли выдается въ одну сторону и обрѣзается по прямой линіи ab параллельной діаметру, проходящему чрезъ нуль и 180 градусовъ дѣленій кольца, если подпись градусовъ кольца сдѣлана для азимутовъ, или параллельно діаметру, проходящему чрезъ нули подписи, если подпись кольца сдѣлана для румбовъ.

b) Изслѣдованія.

Изслѣдованія мензульной буссоли слѣдующія:

1) Нѣтъ ли желѣза въ мѣди, изъ котораго сдѣлана коробка?

2) Остръ ли шпиль и хорошо ли намагничена стрѣлка?

3) Вѣрно ли назначены дѣленія на кольцѣ?

4) Въ центрѣ ли кольца помѣщенъ шпиль, и

5) Срѣзанный край дна буссоли параллеленъ ли діаметру кольца, соединяющему 0 и 180 градусовъ.

Первыя четыре условія изслѣдуются также какъ эти изслѣдованія описаны въ буссолѣ съ діоптрами.

Пятое условіе, т. е. параллельность линіи ab къ діаметру соединяющему 0 и 180° дѣленій кольца, изслѣдуется такъ: проводятъ на доскѣ

мензулы (установленной горизонтально), произвольную прямую линію и въ какую нибудь точку взятую на этой линіи, втыкаютъ короткую иглу остріемъ къ верху, на иглу вѣшаютъ стрѣлку изъ испытуемаго компаса, при чемъ мензульную доску не закрѣпляютъ: когда стрѣлка успокоится, то поворачиваютъ доску до тѣхъ поръ, пока стрѣлка будетъ имѣть направленіе по начерченной линіи, и въ этомъ положеніи доску закрѣпляютъ. Снявъ стрѣлку, вѣшаютъ ее на шпиль компаса, а самый компасъ прикладываютъ краемъ ab къ начерченной линіи: очевидно, что если стрѣлка укажетъ нуль и 180 градусовъ, то діаметръ проходящій черезъ эти дѣленія параллеленъ краю ab; въ противномъ случаѣ нужно записать показаніе стрѣлки, ибо дуга на которую нуль дѣленія отойдетъ отъ конца стрѣлки выразитъ величину угла, составленнаго описаннымъ діаметромъ съ краемъ ab, и дѣйствительно (чер. 204), уголъ x равенъ углу opN, какъ углы соотвѣтственные (ибо ab параллельна оси стрѣлки), а уголъ opN измѣряется дугою oN, т. е. тою дугою, на которую нуль буссоли отошелъ отъ конца стрѣлки.

Если имѣется кипрегель, то описанное изслѣдованіе можно произвести и такимъ образомъ: проведя по краю буссоли линію, ставятъ кипрегель на кольцо буссоли такъ, чтобы край его линейки касался дѣленій 0 и 180° и замѣчаютъ ту весьма отдаленную точку, которую покроетъ пересѣченіе волосковъ, потомъ приставляютъ кипрегель къ краю буссоли, и если пересѣченіе волосковъ покроетъ ту же точку, то условіе выполняется.

Въ послѣднее время форма мензульной буссоли нѣсколько измѣнена, именно вмѣсто круглой дѣлаютъ продолговатую (чер. 205), въ этой буссолѣ край деревяннаго ящика AB служитъ вмѣсто срѣзаннаго дна буссоли. Изслѣдованіе этой буссоли одинаково съ прежде описаннымъ.

c) Употребленіе.

1) Компасъ употребляется для приведенія мензульной доски въ желаемое положеніе, т. е. чтобы взятая на ней линія совпадала бы съ меридіаномъ, или составляла бы съ нимъ желаемый уголъ.

Для приведенія линіи данной на мензулѣ въ плоскость магнитнаго меридіана поступаютъ такъ: приведя мензульную доску въ горизонтальное положеніе, прикладываютъ компасъ ребромъ ab къ данной линіи, потомъ около вертикальной оси поворачиваютъ доску мензулы до тѣхъ поръ, пока стрѣлка укажетъ 0 и 180°, тогда закрѣпляютъ доску и данная линія будетъ въ плоскости магнитнаго меридіана.

Когда желаютъ данную линію установить въ плоскости истиннаго меридіана, то приложивъ компасъ ребромъ ab къ данной линіи и зная величину склоненія стрѣлки этого компаса, должно поставить мензульную

доску такъ, чтобы стрѣлка показала число градусовъ склоненія, и при томъ если склоненіе западное, то нуль дѣленій долженъ лежать отъ сѣвернаго конца стрѣлки вправо, а если восточное, то влѣво. Когда же нужно будетъ установить мензульную доску такъ, чтобы данная на ней линія имѣла извѣстный азимутъ, то должно приставить бусоль краемъ ab къ данной линіи и поворачивать доску до тѣхъ поръ, пока стрѣлка покажетъ число градусовъ даннаго азимута, тогда мензула будетъ установлена.

Если же данный азимутъ истинный, то по извѣстному склоненію стрѣлки, его должно перечислить на магнитный и потомъ произвести установку какъ описано выше.

Такого рода установка мензулы называется орієнтированіемъ мензулы по компасу.

Но если при изслѣдованіи компаса будетъ найдено, что край дна коробки не параллеленъ діаметру, проходящему чрезъ нуль и 180 градусовъ, то очевидно, что при орієнтированіи мензулы по компасу, должно эту величину принимать во вниманіе, при чемъ погрѣшность эта должна входить въ вычисленіе совершенно также, какъ склоненіе стрѣлки, т. е. если нуль уклонился отъ стрѣлки вправо то и при установленіи мензулы онъ долженъ быть вправо, и на оборотъ.

Очень часто встрѣчается опредѣлять помощію компаса азимутъ данной линіи, то въ этомъ случаѣ должно поступать такъ: поставя горизонтально мензулу надъ данною линіею и взявъ на мензулѣ точку отвѣсно надъ точкою стоянія, прикладываютъ къ этой избранной точкѣ алидаду и дѣлаютъ направленіе на вѣху, поставленную въ концѣ данной линіи потомъ, приложивъ компасъ ребромъ ab къ алидадѣ должно отсчитать число градусовъ по стрѣлкѣ, которое и выразитъ азимутъ данной линіи.

Примѣчаніе. Иногда дѣлаютъ бусоли на квадратной доскѣ, тогда тотъ край, который повѣряли, должно замѣтить и быть осторожнымъ, что бы не приложить компасъ другимъ какимъ либо краемъ и чрезъ то не впасть въ ошибки.

4. Вилка.

Вилка служитъ для приведенія точки взятой на мензульной доскѣ въ отвѣсное положеніе съ соотвѣтственною точкою мѣстности.

а) Устройство (чер. 206).

Вилка состоитъ изъ двухъ соединенныхъ брусковъ ab и $a'b'$, въ конецъ a врѣзана мѣдная пластинка a'' срѣзанная наискось и противъ угла въ брускѣ $a'b'$ пропущена нить mn съ отвѣсомъ на концѣ.

b) Употребленіе.

Употребляется вилка такъ: приложивъ остріе a'' къ данной точкѣ на мензулѣ (ослабляютъ винты, прикрѣпляющіе доску къ штативу) и двигаютъ доску до тѣхъ поръ, пока отвѣсъ будетъ надъ данною точкою мѣстности, и тогда требованіе будетъ выполнено.

§ 80. Оріентированіе мензулы по данной линіи.

Кромѣ описаннаго оріентированія мензулы по компасу, часто встрѣчается надобность оріентировать мензулу по данной на ней линіи.

Оріентировать мензулу, значитъ: поставить ее такъ, чтобы данная линія на мензулѣ совмѣстилась съ вертикальною плоскостію приведенную черезъ соотвѣтственную ей линію въ натурѣ, а всѣ остальныя линіи, данныя на мензулѣ (если онѣ есть), были бы параллельны и одинаково направлены съ соотвѣтственными имъ линіями мѣстности.

Самое же оріентированіе дѣлается такъ: (чер. 207) пусть требуется оріентировать мензулу по данной линіи DF, которую на мензулѣ выражаетъ линія AB; для этого въ одинъ конецъ данной на мѣстности линіи ставятъ вѣху, а надъ другимъ концемъ тойже линіи устанавливаютъ горизонтально мензулу и при томъ такъ, чтобы точка A, соотвѣтственная точкѣ стоянія D, была надъ ней отвѣсно; приложивъ алидаду къ линіи AB, ослабляютъ доску мензулы и поворачиваютъ около вертикальной оси до тѣхъ поръ, пока волосокъ предметнаго діоптра алидады покроетъ вѣху, поставленную въ точкѣ F. тогда по закрѣпленіи доски мензула будетъ оріентирована.

§ 81. Графическое нанесеніе на мензулу угловъ мѣстности.

При графическомъ нанесеніи угловъ могутъ встрѣтиться слѣдующіе два случая: 1) когда нужно будетъ нанести уголъ мѣстности при точкѣ произвольной, взятой на мензулѣ, и 2) когда потребуется нанести уголъ мѣстности при данной на мензулѣ линіи и точкѣ.

1) Чтобы нанести на мензульную доску данный уголъ мѣстности при точкѣ произвольно взятой на мензулѣ, то должно на бокахъ даннаго угла выставить вѣхи, а надъ вершиною даннаго угла установить горизонтально мензулу и взять на мензулѣ точку, лежащую отвѣсно надъ вершиною

угла мѣстности. потомъ приложить къ этой точкѣ алидаду и направить коллимаціонную плоскость ея на вѣху, выставленную на одной изъ сторонъ даннаго угла: при этомъ по краю алидады провести линію карандашемъ: потомъ точно также должно сдѣлать направленіе на вѣху выставленную на другой сторонѣ даннаго угла и опять по краю линейки провести линію карандашемъ. тогда начерченный такимъ образомъ уголъ будетъ равенъ горизонтальному проложенію даннаго угла мѣстности.

2) Когда дана на мензулѣ линія, одинъ конецъ которой долженъ быть вершиною даннаго угла, тогда обозначивъ бока угла вѣхами, устанавливаютъ горизонтально мензулу надъ вершиною даннаго угла мѣстности такъ, чтобы конецъ данной линіи принятый за вершину угла былъ отвѣсно надъ вершиною угла мѣстности. потомъ ориентировавъ мензулу по данной линіи, прикладываютъ алидаду и направляютъ на вѣху. поставленную на другой сторонѣ даннаго угла. тогда проведя линію карандашемъ по краю алидады получимъ уголъ равный горизонтальному проложенію даннаго угла мѣстности: (для видимости прилагается чертежъ 208).

ГЛАВА XIV.

§ 82. Опредѣленіе третьей точки по двумъ даннымъ на мензулѣ и на мѣстности.

При опредѣленіи третьей точки по двумъ даннымъ могутъ встрѣтиться слѣдующіе случаи:

1) Когда на обѣихъ данныхъ точкахъ можно стать съ мензулою.

2) Когда можно стать съ мензулою на одной изъ данныхъ точекъ и на опредѣляемой.

3) Когда можно стать съ мензулою на линіи, соединяющей данныя точки и на опредѣляемой, и

4) Когда можно стать съ мензулою только на опредѣленной точкѣ.

1) Пусть (чер. 209) данная на мензулѣ линія ab выражаетъ собою линію АВ мѣстности и точка a на мензулѣ соотвѣтствуетъ точкѣ А мѣстности, а точка b на мензулѣ соотвѣтствуетъ точкѣ В мѣстности. Для

опредѣленія третьей точки D ставятъ мензулу горизонтально надъ точкою A такъ, чтобы соотвѣтственная ей точка *a* была надъ нею отвѣсно. потомъ оріентировавъ мензулу по данной на ней линіи *ab*, черезъ точку *a* направляютъ алидаду на опредѣляемую точку D и проводятъ по краю алидады линію. потомъ ставятъ горизонтально мензулу надъ точкою B такъ, чтобы точка *b* на мензулѣ была отвѣсно надъ точкою B мѣстности и оріентировавъ мензулу по данной на ней линіи *ba*, черезъ точку *b* направляютъ на опредѣляемую точку D, при чемъ проводятъ линію по краю алидады, тогда пересѣченіе линій *am* и *bf* дастъ точку *h*, которая и будетъ выражать опредѣляемую точку D, (что слѣдуетъ изъ подобія треугольниковъ ABD и *abh*).

Такой способъ опредѣленія точки называется засѣчкою впередъ.

Когда нужно опредѣлить нѣсколько точекъ, то обозначивъ ихъ вѣхами. должно сдѣлать на нихъ направленія во время стоянія на точкахъ A и B. и тогда пересѣченіе направленій на одну и ту же вѣху изобразитъ опредѣляемую точку.

2) Пусть на одну изъ данныхъ точекъ. напримѣръ на B (чер. 210), съ мензулою стать нельзя, тогда поступаютъ такъ: надъ другою данною точкою A устанавливаютъ горизонтально мензулу и оріентировавъ по данной на ней линіи *ab*, черезъ *a* направляютъ на опредѣляемую точку D и проводятъ линію *am*, потомъ установи мензулу надъ опредѣляемою точкою D и привеля ея въ горизонтальное положеніе. оріентируютъ по линіи *am*, отъ чего линія *ab* будетъ параллельна къ AB; потомъ черезъ *b* направляютъ на точку B и проводятъ по краю алидады линію *bn*, тогда пересѣченіе линій *am* и *bn*, т. е. точка *h* выразитъ опредѣляемую точку D, (что видно изъ подобія треугольниковъ ADB и *bha*).

Такой способъ опредѣленія точки называется обратною засѣчкою.

3) Когда на данныхъ точкахъ A и B стать нельзя, но можно стать на линіи ихъ соединяющей и на опредѣляемой точкѣ, тогда поступаютъ такъ: поставя въ произвольную точку D (чер. 211) горизонтально мензулу оріентируютъ ее по линіи *ab*, потомъ избравъ на линіи *ab* произвольную точку *n*, направляютъ черезъ нее на точку F и проводятъ линію *nm*, потомъ перейдя въ точку F и установивъ горизонтально мензулу оріентируютъ по линіи *nm*, отъ чего *ab* будетъ параллельна къ AB; сдѣлавъ это, черезъ точку *a* направляютъ на A и проводятъ по краю алидады линію *af*, потомъ черезъ *b* направляютъ на B. и проведя по краю алидады линію *bf'*, получаютъ въ пересѣченіи ихъ точку *h*, которая и будетъ искомая, (что видно изъ подобія треугольниковъ AFB и *ahb*). Если изъ точки *h* проведемъ параллель къ линіи *mn*, то точка *h'* выразитъ точку D мѣстности.

Точно также должно поступать, если избранная точка D будетъ взята на продолженіи линіи AB.

4) Когда можно стать съ мензулою только на опредѣляемую точку (чер. 212), тогда избираютъ на мѣстности произвольную точку D такъ,

чтобы изъ нея видны были данныя точки A, B и опредѣляемая F. Надъ избранною точкою устанавливаютъ горизонтально мензулу и даютъ доскѣ такое положеніе, чтобы линія ab приблизительно была параллельна къ AB; потомъ направляютъ черезъ a на A и черезъ b на B, отъ чего получится на мензулѣ точка f; изъ точки f дѣлаютъ направленіе на опредѣляемую точку F и проводятъ по краю алидады линію hf; послѣ чего переставляютъ мензулу въ точку F и по приведеніи въ горизонтальное положеніе оріентируютъ по линіи hf, а потомъ черезъ точку a направляютъ на A, и тогда пересѣченіе линій fh и am дастъ точку n, потомъ черезъ точку n направляютъ на B, и тогда пересѣченіе линій nB и bf дастъ точку x; соединивъ a съ x получимъ линію ax параллельную къ AB; приложивъ алидаду къ линіи ax, по направленію діоптровъ, выставляютъ двѣ или три вѣхи; а потомъ приложивъ алидаду къ линіи ab, поворачиваютъ доску мензулы такъ, чтобы линія ab совпала съ провѣшенною линіею, и тогда черезъ точки a и b дѣлаютъ направленія на точки A и B мѣстности и пересѣченіе сдѣланныхъ направленій дастъ на мензулѣ опредѣляемую точку F.

Примѣчаніе 1. Чтобы доказать параллельность линіи ax къ линіи AB (чер. 212), то разсмотримъ треугольники ADn и naf, они подобны потому, что линія af параллельна къ AD, а изъ подобія ихъ слѣдуетъ, что nA: $an = n$D: nf..... (A). Треугольники nxf и nBD тоже подобны, ибо линія xf параллельна къ BD; изъ подобія ихъ слѣдуетъ, что nB: $nx = n$D: nf..... сравнивъ эту пропорцію съ пропорціею (A) видимъ, что вторыя отношенія равны; слѣдовательно первыя то же составятъ пропорцію, т. е. nA: $na = n$B: nx, но эти пропорціональныя части доказываютъ, что въ треугольникѣ AnB, линія ax параллельна къ AB.

Примѣчаніе 2. Если будетъ извѣстенъ азимутъ данной линіи AB (чер. 212), то точка F опредѣлится такъ: установивъ надъ нею горизонтально мензулу, даютъ доскѣ такое положеніе, помощію компаса, чтобы линія ab имѣла азимутъ линіи AB; вслѣдствіе чего ab будетъ параллельна къ линіи AB; потомъ нужно сдѣлать направленія черезъ a на A и черезъ b на B; пересѣченіе этихъ направленій дастъ искомую точку.

Примѣчаніе 3. Иногда можетъ встрѣтиться надобность опредѣлить по двумъ даннымъ третью точку и ни на одной изъ нихъ стать нельзя, то тогда должно поступать такъ (чер. 213): избираютъ какія нибудь двѣ точки D и E и одну изъ нихъ, напримѣръ точку D опредѣляютъ способомъ вышеописаннымъ, потомъ изъ опредѣленной на мензулѣ точки D дѣлаютъ направленіе на опредѣляемую точку M и на какую нибудь еще произвольную точку F; перейдя съ мензулою въ точку F оріентируютъ мензулу по линіи DF, а черезъ точку a, направляютъ на A, отъ чего на мензулѣ опредѣлится точка стоянія f, потомъ черезъ f нужно сдѣлать направленіе на M и тогда пересѣченіе линіи fm' и $f'm$ дадутъ точку n, соотвѣтственную опредѣляемой точкѣ M.

ГЛАВА XV.

§ 83. Опредѣленіе четвертой точки по тремъ точкамъ, даннымъ на мензулѣ и на мѣстности.

При съемкахъ часто встрѣчается надобность по тремъ даннымъ точкамъ на мѣстности и на мензулѣ опредѣлить на мензулѣ положеніе четвертой точки данной на мѣстности.

Положеніе четвертой точки можетъ быть опредѣлено и способомъ прежде описаннымъ, т. е. по двумъ даннымъ, но при этомъ много потратится времени на напрасные переходы, потому что имѣя три данныя точки легко опредѣлить четвертую точку, стоя съ мензулою только на одной опредѣляемой точкѣ: мы прежде видѣли, какъ положеніе четвертой точки опредѣляется черезъ вычисленіе и намъ остается показать только опредѣленіе положенія четвертой точки графически.

Сначала покажемъ какое положеніе можетъ имѣть опредѣляемая точка относительно данныхъ.

1) Опредѣляемая точка можетъ лежать внутри треугольника, образуемаго данными точками (чер. 214). (M).

2) Опредѣляемая точка можетъ лежать на сторонѣ треугольника, образуемаго данными точками (M′).

3) Опредѣляемая точка можетъ лежать противъ стороны треугольника, но внутри круга, проведеннаго черезъ три данныя точки (M″).

4) Опредѣляемая точка можетъ лежать на окружности проведенной черезъ три данныя точки (M⁴).

5) Опредѣляемая точка можетъ лежать противъ стороны треугольника и внѣ окружности, проведенной черезъ три данныя точки (M‴) и

6) Опредѣляемая точка можетъ лежать противу одного изъ угловъ треугольника между продолженными сторонами (M⁵).

Если изъ каждой этой точки сдѣлаемъ направленіе на три данныя, то получимъ углы x и y, и, разсмотримъ теперь, можно ли будетъ по этимъ угламъ судить о томъ, гдѣ лежитъ опредѣляемая точка. 1) сумма угловъ x и y при точкѣ M болѣе 180; 2) сумма угловъ x и y при M′ равна 180; 3) сумма угловъ x и y при M″ менѣе 180, но уголъ x болѣе AFB, а уголъ y болѣе FAB, 4) сумма угловъ x и y при M⁴ менѣе 180, и уголъ y равенъ BAF; а уголъ x равенъ BFA; 5) сумма угловъ x и y при M‴ менѣе 180 и при томъ y менѣе BAF, а x менѣе BFA, и такъ при опре

дѣленіи четвертой точки по тремъ даннымъ, по угламъ x и y можно судить о положеніи опредѣляемой точки относительно данныхъ, т. е.: 1) если $x+y$ болѣе 180, опредѣляемая точка лежитъ внутри треугольника; 2) если $x+y$ равно 180, то опредѣляемая точка лежитъ на сторонѣ треугольника; 3) если $x+y$ менѣе 180 и притомъ y болѣе BAF, а x болѣе BFA, то точка лежитъ противъ стороны и внутри окружности, проведенной черезъ три данныя точки; 4) если $x+y$ менѣе 180 и при томъ $y=$ BAF, а $x=$ BFA, то опредѣляемая точка лежитъ на окружности; 5) если $x+y$ менѣе 180 и x менѣе BFA, а y менѣе BAF, то точка лежитъ внѣ окружности.

Для опредѣленія четвертой точки по тремъ даннымъ имѣются слѣдующія пріемы: 1) помощію оборотовъ мензулы; 2) помощію ошибочнаго треугольника, или треугольника погрѣшностей; 3) помощію прозрачной бумаги, 4) помощію нанесенія угловъ, и 5) помощію пересѣкающихся круговъ.

Изъ всѣхъ этихъ пріемовъ самые удобные въ практикѣ есть: 1) черезъ обороты мензулы, и 2) помощію треугольника погрѣшностей, а остальные какъ совершенно непримѣнимые въ полѣ, мы разсматривать не будемъ.

§ 84. Опредѣленіе четвертой точки черезъ обороты мензулы.

Предположимъ (чер. 215), что A, B и F суть три данныя точки на мѣстности, а D опредѣляемая; точки a, b, f данныя на мензулѣ и предположимъ, что точка D дана уже и на мензулѣ, пусть она есть h. Если установить надъ точкою D горизонтально мензулу и орієнтировать ее по одной изъ линій ah, или bh, или fh, и потомъ направить черезъ a на A, черезъ b на B и черезъ f на F, получили бы углы x и y и видимъ, что измѣнивъ положеніе точки h, будутъ измѣняться и углы x и y, стало быть этими углами можно опредѣлить положеніе искомой точки и, дѣйствительно, если бы мы выбрали на мензулѣ какую нибудь точку, соединили бы съ вершинами начерченнаго треугольника и нашли, что полученные углы при этой точкѣ равнялись бы соотвѣтственно угламъ при точкѣ D на мѣстности, то очевидно, избранная точка и была бы точкою искомою.

Боненбергеръ далъ слѣдующій способъ опредѣленія четвертой точки по тремъ даннымъ. Должно поставить горизонтально мензулу надъ опредѣляемою точкою D (чер. 216), потомъ приложить алидаду къ af и поворачивать мензулу до тѣхъ поръ, чтобы коллимаціонная плоскость покрыла точку F, закрѣпивъ мензулу, черезъ точку a визируютъ на B и проведя линію по краю алидады получимъ уголъ Baf или x', равный углу

x (на чертежѣ 215); потомъ приложить алидаду опять къ линіи af чер. 217) и поворачивать доску мензулы до тѣхъ поръ, пока коллимаціонная плоскость покроетъ точку A. закрѣпивъ доску, черезъ f визируютъ на B. и проведя по краю алидады линію получимъ уголъ Bfa совершенно равный углу y (чер. 215). Пересѣченіе линіи ma и hf изобразятъ точку n и опредѣляемая точка непремѣнно должна лежать на линіи bn. Чтобы это доказать. то вообразимъ. что черезъ точки af и n проведена окружность (чер. 218): соединивъ пересѣченіе окружности съ линіею bn, т. е. точку h съ a и f получимъ углы y'' и x'', и если найдемъ, что $y''=y$ (чер. 215) и $x''=x$ (чер. 215). то слѣдовательно точка h', лежащая на линіи bn, есть искомая.

Уголъ t равенъ t и z равенъ z'; но $y'=180-t$, а $y''=180-t'$; слѣдовательно $y'=y''$, но $y'=y$ (чер. 215); слѣдовательно и $y''=y$.

$x'=180-z$, а $x''=180-z'$; слѣдовательно $x'=x''$, но $x'=x$ (чер. 215). слѣдовательно и $x''=x$, и такъ дѣйствительно точка h' есть искомая.

Въ практикѣ не проводятъ окружности черезъ точки af и n. а поступаютъ такъ: приложивъ алидаду къ bn. поворачиваютъ мензулу до тѣхъ поръ. пока коллимаціонная плоскость покроетъ точку B и тогда ab будетъ параллельна BA: линія bf будетъ параллельна FB; стало быть сдѣлавъ. черезъ точки a или f, направленіе на соотвѣтственныя точки мѣстности, т. е. на A или на F и проведя по краю алидады линіи. которыя пересѣкая bn опредѣлятъ искомую точку D.

Для повѣрки полезно поступать такъ: приложить алидаду ко вновь опредѣленной точкѣ и къ одной изъ данныхъ, (т. е. если засѣкали линію bn черезъ a, то приложить къ f, и наоборотъ), и посмотрѣть, будетъ ли коллимаціонная плоскость покрывать соотвѣтственную точку мѣстности; если будетъ, то точка опредѣлена вѣрно; въ противномъ случаѣ нужно сдѣлать опредѣленіе снова.

Способъ опредѣленія точки будетъ одинъ и тотъ же и въ тѣхъ случаяхъ. когда опредѣляемая точка будетъ лежать противъ стороны треугольника внутри и внѣ окружности, проведенной черезъ три данныя точки и когда точка лежитъ противъ угла между продолженными сторонами.

Когда же опредѣляемая точка будетъ лежать на сторонѣ треугольника, тогда она опредѣляется такъ: ориентировавъ мензулу по той линіи, на которой лежитъ данная точка, должно черезъ третью данную точку, лежащую противъ той стороны по которой ориентирована мензула, направить на соотвѣтственную точку мѣстности и проведя линію по краю линейки въ пересѣченіи получимъ искомую точку.

Если же опредѣляемая точка будетъ лежать на окружности круга проведеннаго черезъ три данныя точки, то положеніе ея опредѣлить нельзя потому, что (чер. 219) нанеся, напримѣръ при точкѣ h углы x и y видимъ, что уголъ $y=m$, а $x=n$, потомъ взявъ еще точку, напримѣръ h' и нанеся при ней углы x' и y' опять получимъ. $x'=n$, а $y'=m$;

слѣдовательно всякая точка, взятая на этой окружности будетъ удовлетворять требованію: стало быть точка не можетъ быть опредѣлена.

§ 85. Опредѣленіе четвертой точки по тремъ даннымъ, помощію ошибочнаго треугольника (треугольника погрѣшностей).

Чтобы опредѣлить положеніе четвертой точки по тремъ даннымъ, то необходимо нужно ориентировать данный на мензулѣ треугольникъ, и тогда сдѣлавъ направленіе черезъ двѣ какія либо вершины, или черезъ всѣ три на соотвѣтственныя имъ точки въ натурѣ, въ пересѣченіи получимъ искомую точку, такъ напримѣръ (чер. 220) треугольникъ $hh'h_2$ ориентированъ, тогда направивъ черезъ h на A, черезъ h на B и черезъ h_2 на M, пересѣченіе этихъ направленій, т. е. точка D будетъ искомая. Становясь съ мензулою надъ опредѣляемой точкой, мы не имѣемъ никакихъ данныхъ для ориентированія треугольника, стало быть вся задача состоитъ въ томъ, чтобы найдти такую линію, по которой бы можно было ориентировать данный треугольникъ на мензулѣ: но прежде нежели приступимъ къ изложенію способовъ, употребляемыхъ для опредѣленія этого направленія разсмотримъ слѣдующее: предположимъ, что мензула ориентирована приблизительно, т. е. данный на мензулѣ треугольникъ принялъ положеніе $h_3h_4h_5$, тогда, если слѣлаемъ направленія черезъ h_3 на A, черезъ h_4 на B и черезъ h_5 на M, то очевидно, что направленія эти не пересѣкутся въ одной точкѣ, а образуютъ въ пересѣченіи какой-то треугольникъ tt_1t_2, который и названъ Леманомъ ошибочнымъ треугольникомъ, или треугольникомъ погрѣшностей. Точно тоже произойдетъ, если треугольнику на мензулѣ дадимъ положеніе $h_6h_7h_8$, то снова образуется ошибочный треугольникъ $t_3t_4t_5$ и т. д. При этомъ замѣчаемъ, что чѣмъ установка треугольника на мензулѣ ближе приближается къ ориентированію, тѣмъ треугольникъ погрѣшностей получается менѣе, и очевидно, что онъ обратится въ точку тогда, когда мензула будетъ ориентирована.

Теперь предположимъ, что мензула поставлена надъ опредѣляемою точкою такъ, что начерченный на ней треугольникъ принялъ положеніе $a\,b\,f'$ (чер. 220), тогда сдѣлавъ направленіе черезъ a' на A черезъ b' на B и черезъ f' на M, образуется ошибочный треугольникъ $a_2b_2f_2$; для нахожденія точки N вообразимъ, что черезъ точки a', b' и f_2 проведена окружность, а также и черезъ точки b', f' и b_2 тоже проведена окружность: окружности эти пересѣкаясь образуютъ искомую точку N. Чтобы это доказать, то вообразимъ точку N соединенную съ $a\,b$ и f' и видимъ, что уголъ $a\,Nb' = a'f_2b'$, какъ углы имѣющіе вершину на окружности $a\,b'f_2$ и концами опирающіяся на одну и ту же дугу $a'b'$; уголъ $b\,b_2f'$

равенъ углу $b'Nf'$, какъ углы имѣющіе вершину на окружности $b\,f'b_2$ и концами упирающіеся на одну и ту же дугу $b'f'$.

Теперь предположимъ, что треугольникъ $a'b'f$ принялъ положеніе треугольника abf, т. е. онъ оріентированъ, а точка N осталось неизмѣнною, очевидно, что точка N будетъ искомая, потому что уголъ Bb_2M будетъ равенъ bNf, ибо онъ есть уголъ $b'Nf'$ только перемѣщенный на другое мѣсто. По этой же причинѣ и уголъ Af_2B будетъ равенъ углу aNb, а такъ какъ углы Af_2B и Bb_2M есть тѣ самые, подъ которыми видны данныя точки мѣстности, слѣдовательно дѣйствительно точка N искомая; а изъ этого ясно видно, что если приложить алидаду къ Nb и направить на B, обращая мензулу около точки N, то треугольникъ на мензулѣ будетъ оріентированъ.

Въ практикѣ не проводятъ окружностей, потому что это неудобно, а опредѣляютъ искомую точку по разстояніямъ ея отъ сторонъ ошибочнаго треугольника, принимая за основаніе пропорціальность этихъ разстояній съ дѣйствительными разстояніями опредѣляемой точки отъ трехъ данныхъ точекъ, т. е. если проведемъ перпендикуляры на стороны треугольника погрѣшностей, то получимъ, что треугольники $a'Nn$, $b'Nn$ и $f'Nn'$ подобны.

Разсмотримъ это:

Уголъ $x=y$, потому что они, имѣя вершины на окружности $a'b'f_2N$ измѣряются половиною дуги Nf_2; уголъ $y=z$, потому что они, имѣя вершины на окружности $Nb'f'b_2$ измѣряются половиною дуги Nb_2, къ тому же треугольники эти прямоугольные; стало быть они имѣя по два равныхъ угла будутъ подобны, изъ подобія ихъ слѣдуетъ, что $\frac{a'N}{nN}=\frac{b'N}{Nn'}$ а $\frac{b'N}{Nn''}=\frac{f'N}{Nn'''}$, или $a'N:b'N:f'N=Nn:Nn':Nn''$; но такъ какъ отношенія $a'N:b'N:f'N$ совершенно равно $AN:BN:MN$, то слѣдовательно перпендикуляры, опущенные изъ точки N на продолженныя стороны ошибочнаго треугольника дѣйствительно пропорціональны, съ разстояніями опредѣляемой точки отъ трехъ данныхъ на мѣстности точекъ.

Итакъ, если предположимъ, что разстоянія отъ точки стоянія N до данныхъ на мѣстности трехъ точекъ были опредѣлены хотя глазомѣрно, и пусть найдено, что $AN:BN:MN=\frac{5}{6}:1:\frac{6}{7}$; то положеніе точки приблизительно можно опредѣлить такъ (чер. 221): возставимъ произвольной длины перпендикуляръ m_2m_3 къ линіи соотвѣтственной направленію на B, т. е. къ b_2f_2 и примемъ его длину за единицу, потомъ возставимъ перпендикуляръ къ a_2f_2 и такъ какъ $NA:NB=\frac{5}{6}:1$, то на перпендикулярѣ mm' отложимъ отъ m. $\frac{5}{6}$ длины m_2m_3, послѣ того возставимъ перпендикуляръ къ a_2b_2

и такъ какъ MN : BN $= \frac{1}{7}$, то и отложимъ отъ m_3 $^6/_7$ длины m_2m_3,

проведя изъ m параллель въ a_2f_2, изъ m_3 параллель къ b_2f_2 и изъ m_4 параллель къ a_2b_2 такъ, чтобы эти параллели пересѣкались между собою. то образуется ими одна точка, которая и выразитъ точку стоянія или треугольникъ $a_3b_3f_3$ гораздо меньшаго размѣра противу перваго ошибочнаго треугольника, тогда повторивъ описанное дѣйствіе получится уже точка, или такой малый треугольникъ, что безъ погрѣшности его можно принять за точку искомую. Тогда по одной изъ данныхъ точекъ на мензулѣ и по найденной мензулу орієнтируютъ; потомъ прикладываютъ алидаду поочереди къ остальнымъ двумъ точкамъ и смотрятъ, будетъ ли коллимаціонная плоскость покрывать точки мѣстности, въ противномъ же случаѣ получится ошибочный треугольникъ; повторивъ съ нимъ описанное дѣйствіе найдемъ искомую точку.

Точно такъ должно поступать для отысканія точки и во всѣхъ случаяхъ, исключая, когда данная точка лежитъ на сторонѣ треугольника и на окружности круга, тогда положеніе точки не можетъ быть опредѣлено помощію ошибочнаго треугольника потому, что въ первомъ случаѣ, онъ не можетъ составиться, а во второмъ случаѣ, при всякой установкѣ мензулы направленія сдѣланныя черезъ три точки на мензулѣ на соотвѣтственныя точки мѣстности всегда будутъ пересѣкаться въ одной точкѣ.

Для опредѣленія въ какой сторонѣ отъ треугольника погрѣшностей лежитъ искомая точка Лежанъ далъ слѣдующія правила:

1) Если опредѣляемая точка лежитъ внутри треугольника, то искомая точка будетъ внутри треугольника погрѣшностей.

2) Если опредѣляемая точка лежитъ противъ стороны, но внутри круга проведеннаго черезъ три данныя точки, или противъ угла треугольника между продолженными сторонами, то опредѣляемая точка будетъ внѣ треугольника погрѣшностей, и при томъ въ противной сторонѣ треугульника погрѣшностей, т. е. противу направленія на среднюю изъ трехъ данныхъ точекъ (чер. 221 D).

3) Если опредѣляемая точка будетъ лежать противъ стороны но внѣ окружности, то искомая точка будетъ внѣ треугольника и при томъ въ одной сторонѣ съ треугольникомъ погрѣшностей, т. е. близъ угла, лежащаго противу направленія на среднюю изъ трехъ данныхъ точекъ (чер. 221 D).

§ 86. Способы Боненбергера и Петто для опредѣленія четвертой точки, помощію ошибочнаго треугольника.

Найдя ошибочный треугольникъ, напримѣръ abk (чер. 222) видимъ, что опредѣляемая точка лежитъ внѣ круга, проведеннаго черезъ три дан

ныя точки на мѣстности; слѣдовательно искомая точка на мензулѣ будетъ лежать противъ угла b; если двинуть доску мензулы въ ту сторону, гдѣ должна лежать искомая точка, то образуется вновь треугольникъ погрѣшностей или $a'b'h'$, или $a''b''h''$; если мы предположимъ, что черезъ точки a, A, B проведена окружность тогда точки a' и a'' будутъ лежать на той же окружности; проведя окружность черезъ точки AMb точки b' и b'' будутъ лежать на той же окружности; проведя черезъ точки BMh окружность точки h и h' будетъ лежать на этой же окружности, и кромѣ того, всѣ эти три окружности пересѣкутся въ одной точкѣ f, которая и изобразитъ точку искомую.

Бонепбергеръ предлагаетъ слѣдующее: если опредѣляемая точка значительно удалена отъ трехъ данныхъ, тогда дуги $aa'a''$, $bb'b''$ и $hh'h'$ будутъ имѣть такую не значительную кривизну, что ихъ можно принять за прямыя линіи, а потому для опредѣленія искомой точки, должно соединить прямыми линіями тѣ вершины треугольниковъ погрѣшностей, которыя составились направленіями на одинѣ и тѣ же точки мѣстности, т. е. a съ a', b съ b' и h съ h', или a съ a'', b съ b'' и h съ h'' и пересѣченіе этихъ линій дастъ искомую точку. Очевидно, что этотъ способъ не всегда можетъ быть употребленъ.

Способъ Нетто состоитъ въ опредѣленіи точки, лежащей на линіи, соединяющей искомую точку съ среднею изъ трехъ данныхъ; а найдя такую точку, по двумъ даннымъ можно оріентировать мензулу, и слѣдовательно засѣчками опредѣлить точку искомую. Для отысканія же точки, лежащей на линіи соединяющей искомую точку съ среднею изъ трехъ данныхъ, Нетто предлагаетъ поступать такъ: найдя два треугольника погрѣшностей; напримѣръ (чер. 222) abh и $a''b''h''$ лежащіе въ разныхъ сторонахъ, должно соединить вершины угловъ bb', изъ точки b'' возставить перпендикуляръ $b'm$ равный $b''m$, а изъ точки b возставить перпендикуляръ bn' равный bn; соединивъ n' съ m' пересѣченіе этой линіи съ линіею bb' дастъ искомую точку x, тогда приложивъ алидаду къ xB можно оріентировать треугольникъ, а имѣя треугольникъ оріентированнымъ, засѣчками опредѣлится искомая точка f.

Для доказательства, что точка x дѣйствительно опредѣлена вѣрно, т. е. что она лежитъ на линіи Bf, то соединивъ точку t съ точками b,b'' толучимъ слѣдующіе подобные треугольники nBx и btx; xBm и xtb''; ибо для первыхъ двухъ треугольниковъ уголъ nxB будетъ общій; уголъ bAf равенъ btf, какъ углы измѣряющіеся половиною дуги bf; тотъ же уголъ bAf или aAf равенъ aBf, какъ измѣряющіеся половиною дуги af; слѣдовательно уголъ nBf равняется углу btf; точно такъ же докажемъ и подобіе треугольниковъ xBm и xtb''. Изъ подобія первыхъ треугольниковъ слѣдуетъ, что xt: tB$=xb$: bn; изъ подобія вторыхъ треугольниковъ слѣдуетъ xt: tB$=xb''$: $b''m$; въ этихъ двухъ пропорціяхъ первыя отношенія равны; слѣдовательно вторыя должны составить то же

пропорцію, т. е. $xb : bn = xb'' : b\ \ m$, или $xb : xb' = bn : b\ \ m$, а отсюда видимъ, что линія, соединяющая точку f съ B дѣлитъ линію bb' на части пропорціональныя линіямъ bn и $b''m$; если возставить изъ b перпендикуляръ bn' равный bn, а изъ b'' перпендикуръ $b''m'$ равный mb' и соединить точки n' и m', то получатся два подобныхъ треугольника xbn' и $xb''m$, изъ подобія которыхъ слѣдуетъ, что $xb : xb'' = bn' : b''m'$, или вставя вмѣсто равныхъ равныя получимъ $xb : xb'' = bn : b''m$, и такъ если линія $n\ \ m'$ раздѣляетъ линію bb'' на части пропорціональныя линіямъ bn и $b''m$, то слѣдовательно способъ предложенный Нетто вѣренъ.

§ 87. Приготовленіе мензульной доски для съемокъ.

На ту мензульную доску на которой предполагается производить работы должно наклеить бумагу, что и дѣлается такимъ образомъ:

1) Вырѣзавъ изъ листа бумаги кусокъ равный доскѣ мензулы, загибаютъ края его, шириною около полудюйма, которые и намазываютъ вареным крахмаломъ, смочивъ ту сторону бумаги, которая должна прилегать къ доскѣ, бумагу приклеиваютъ, и намочивъ бумагу сверху, ее слегка вытягиваютъ, отъ чего бумага, когда высохнетъ, то принимаетъ совершенно гладкую поверхность.

2) Чтобы предохранить бумагу отъ вліянія сырости, то предлагаютъ наклеивать бумагу не прямо на доску, а на холстъ прибитый къ доскѣ, при этомъ должно наклеивать на него бумагу всею ея поверхностію. Для этого натянувъ крѣпко холстъ и прибивъ его, бумагу намазываютъ вареным крахмаломъ, и наложивъ на холстъ разглаживаютъ, потомъ слегка смачиваютъ.

3) Предлагаютъ наклеивать бумагу еще и такимъ образомъ: намазавъ всю поверхность доски взбитымъ яичнымъ бѣлкомъ, накладываютъ на нее листъ сырой бумаги и приклеиваютъ одни только ея края.

ГЛАВА XVI.

ПРОИЗВОДСТВО ПОДРОБНОЙ СЪЕМКИ МЕНЗУЛОЮ

§ 88. Общія понятія.

Какимъ бы инструментомъ не производилась съемка мѣстности, всегда должно стараться о томъ, чтобы соблюсти главное условіе, требуемое отъ плана, т. е., чтобы всѣ горизонтальныя очертанія снимаемыхъ контуръ (очерковъ) и относительное разстояніе между ними были представлены на планѣ со всевозможною точностію.

При мензульной съемкѣ углы мѣстности не измѣряются, но горизонтальное положеніе ихъ прямо графически наносится на бумагу; стало быть опредѣленіе точекъ мензулою будетъ зависѣть отъ искусства съемщика, и такъ какъ при этой съемкѣ пѣтъ особыхъ способовъ повѣрять опредѣляемыя точки, то по этому и необходимо имѣть на мѣстности достаточное число точекъ, которыя были бы совершенно точно опредѣлены на мензулѣ, тогда съемщикъ будетъ имѣть возможность какъ можно чаще повѣрять всѣ вновь назначенныя точки на мензулѣ: по этому-то мензульная съемка и начинается всегда составленіемъ сѣти или триангуляціи т. е. покрываютъ всю снимаемую мѣстность рядомъ треугольниковъ, находящихся въ зависимости другъ отъ друга, тогда вершины этихъ треугольниковъ и будутъ тѣми точками, о которыхъ сейчасъ было говорено.

Триангуляція бываетъ двухъ родовъ: тригонометрическая и геометрическая.

При составленіи сѣти тригонометрической, основаніе для треугольниковъ или базисъ вымѣряется съ строгою точностію; углы треугольниковъ измѣряются помощію угломѣрнаго снаряда и потомъ длины боковъ треугольниковъ опредѣляются черезъ тригонометрическое вычисленіе. Сѣть такого рода можетъ быть сдѣлана на великомъ пространствѣ.

Геометрическая сѣть составляется помощію графическаго черченія и только на такихъ пространствахъ, которыя могутъ быть сняты способами Низшей Геодезіи.

§ 89. Составленіе геометрической сѣти.

Составленіе геометрической сѣти начинается осмотромъ той мѣстности, которая подлежитъ къ съемкѣ, при этомъ съемщикъ долженъ избрать мѣста: 1) для основанія треугольниковъ (для базиса), и 2) для вершинъ треугольниковъ.

Для базиса должно избрать мѣсто по возможности съ средины снимаемаго пространства ровное и не пересѣкаемое такими препятствіями, которыя могли бы мѣшать произвести измѣреніе взятой линіи.

При избраніи точекъ для вершинъ треугольниковъ, должно соображать: 1) чтобы тѣ треугольники, въ которыхъ одною стороною будетъ взятое основаніе, приблизительно были бы равносторонніе и 2) чтобы избранныя точки по возможности были на мѣстахъ возвышенныхъ и открытыхъ и преимущественно обозначенныя уже какими нибудь естественными сигналами: т. е. башнями, колокольнями, отдѣльно стоящими деревьями и т. п. тѣ избранныя точки, въ которыхъ нѣтъ естественныхъ сигналовъ обозначаютъ помеченными вѣхами, длиною до трехъ саженъ и болѣе смотря по надобности; на верхнихъ концахъ вѣхъ навалываютъ флаги изъ холста, или пуки соломы, или пуки хвороста.

Когда будетъ избрана линія для базиса и обозначены всѣ тѣ точки, которыя должны служить вершинами треугольниковъ, тогда приступаютъ къ измѣренію основанія (базиса). Для этого избранную линію тщательно провѣшиваютъ и потомъ точно измѣряютъ нѣсколько разъ: или цѣпью, или жезлами, при этомъ сходство отдѣльныхъ измѣреній послужитъ признакомъ вѣрности измѣренія, потомъ берутъ среднее ариѳметическое число изъ всѣхъ измѣреній и эта величина будетъ выражать длину базиса.

При измѣреніи базиса должно со всевозможною точностію измѣрять и углы наклоненій потомъ опредѣливъ горизонтальное положеніе измѣренной линіи должно его нанести на мензулу.

Числовой примѣръ.

Пусть сдѣланы слѣдующія измѣренія базиса:

Въ 1-й разъ 476,3
« 2 — 475,8
« 3 — 476,1
« 4 — 476,2

И пусть при первомъ измѣреніи записано:

				Соотвѣтственныя поправки будутъ:
до	50 саж.	уголъ накл.	6° —	0,27
«	85 —	—	4 —	0,06
«	125 —	—	7 —	0,30
«	178 —	—	9 —	0,65
«	238 —	—	8 —	0,58
«	288 —	—	7 —	0,37
«	346 —	—	4 —	0,14
«	409 —	—	5 —	0,24
«	476,3 —	—	3 —	0,09
			Итого	2,70

Среднее ариѳметическое число изъ всѣхъ измѣреній будетъ 476,1 и такъ какъ линія лежала не горизонтально, то горизонтальное положеніе ея будетъ 476,1—2,70 = 473,40.

Взятый базисъ выражается цѣлымъ числомъ съ дробью, а такъ какъ части сажени по масштабу, употребляемому при съемкахъ, наносить невозможно, то по этому длину базиса всегда должно выражать цѣлымъ числомъ, такъ напримѣръ взятый базисъ должно выразить цѣлымъ числомъ равныхъ 473 саженямъ для чего одну крайнюю вѣху приближаютъ къ другой на четыре десятыхъ доли сажени.

Примѣчаніе: При избраніи базиса должно соображать, чтобы длина его была не менѣе $^1/_8$ доли наибольшаго протяженія снимаемой мѣстности.

Окончивъ измѣреніе базиса должно сообразить, можетъ ли вся снимаемая мѣстность по принятому масштабу помѣститься на одномъ мензульномъ листѣ. для этого съемщикъ изъ распросовъ мѣстныхъ жителей узнаетъ самое длинное протяженіе мѣстности, подлежащей къ съемкѣ; пусть наприм. мѣстность будетъ имѣть наибольшее протяженіе 7 верстъ, и пусть принятый масштабъ для составленія сѣти 200 саженъ въ дюймѣ, а длина бока имѣющейся мензульной доски 22 дюйма; стало быть наклеивъ на такую доску бумагу, нужно отдѣлить по одному дюйму на каждую сторону для срѣзки и для рамки, и такъ длину бока рамки мензулы нужно принять только въ 20 дюймовъ, что по масштабу 200 саженъ въ дюймѣ, будетъ $20 \times 200 = 4000$ саженъ, или 8 верстъ; очевидно, что снимаемая мѣстность по такому масштабу умѣстится на одномъ листѣ. Зная это, съемщикъ приступаетъ къ нанесенію базиса на мензулу, для чего

на одномъ концѣ базиса устанавливаетъ горизонтально мензулу и набираетъ нашей произвольную точку такъ, чтобы вся мѣстность назначенная къ съемкѣ могла бы помѣститься на мензульномъ листкѣ и эту избранную точку устанавливаетъ отвѣсно надъ соотвѣтственною точкою мѣстности: ориентировавъ бокъ мензулы по меридіану, дѣлаетъ черезъ избранную точку направленіе по базису, потомъ откладываетъ по принятому масштабу найденное горизонтальное проложеніе, т. е. въ нашемъ примѣрѣ 473 сажени и такимъ образомъ базисъ будетъ нанесенъ; потомъ черезъ точку на мензулѣ, соотвѣтственную точкѣ стоянія, алидадою или кипрегелемъ визируетъ на всѣ тѣ видимыя точки, которыя избраны для вершинъ треугольниковъ, при чемъ всякій разъ проводитъ отъ конца базиса линію по самому краю линейки (тонко очиненнымъ карандашемъ); потомъ перейдя съ мензулою на другой конецъ базиса, устанавливаютъ мензулу горизонтально и при томъ такъ, чтобы точка на мензулѣ была отвѣсно надъ соотвѣтственною точкою мѣстности; ориентировавъ мензулу по базису черезъ точку соотвѣтственную точкѣ стоянія, дѣлаютъ направленія на всѣ видимыя точки принятыя за вершины треугольниковъ, и тогда точки пересѣченія направленій, сдѣланныхъ на одинъ и тотъ же пунктъ (сигналъ), обводятъ кружкомъ и при немъ дѣлается надпись такимъ образомъ: вѣха № 3, вѣха № 4, колокольня села Перова, шпиль лѣвой башни дома г. Петрова и т. д. Рядъ треугольниковъ, составленныхъ съ базиса принято называть треугольниками перваго разряда.

Окончивъ сѣть перваго разряда, приступаютъ къ опредѣленію другихъ избранныхъ точекъ мѣстности; при чемъ за базисы принимаютъ бока треугольниковъ перваго разряда, при этомъ принято всѣ тѣ треугольники, которые имѣютъ базисомъ бока треугольниковъ перваго разряда называть треугольниками втораго разряда и стараться, чтобы вершина ихъ получалась отъ пересѣченія направленій подъ прямымъ угломъ.

Для большей наглядности прилагается чертежъ 223.

Мы разобрали тотъ случай, когда снимаемая мѣстность помѣщается на одномъ листѣ, теперь разсмотримъ тотъ случай, когда по расчисленію будетъ найдено, что снимаемая мѣстность по принятому масштабу не можетъ помѣститься на одномъ мензульномъ листѣ.

Если по сдѣланному расчисленію будетъ найдено, что мѣстность не помѣщается на одномъ листѣ, то при этомъ можно употреблять слѣдующіе пріемы:

1) Составляютъ триангуляцію способомъ прежде описаннымъ и въ томъ масштабѣ, который принятъ для съемки, и когда послѣднія опредѣленныя точки будутъ уже близъ краевъ мензулы, тогда ихъ переносятъ на другую мензулу и по нимъ продолжаютъ составлять сѣть далѣе. Когда опять дойдутъ до точекъ, лежащихъ близъ краевъ второй мензулы, тогда ихъ переносятъ на слѣдующую мензулу и продолжаютъ дѣйствіе какъ было описано.

Но этотъ способъ составленія сѣти неточенъ, потому, что малѣйшая погрѣшность въ первоначальной сѣти съ удаленіемъ отъ базиса все болѣе и болѣе будетъ увеличиваться, и рѣшительно нѣтъ никакой возможности повѣрить сѣть при самыхъ работахъ.

2) Составляютъ сѣть способомъ обыкновеннымъ, принявши такой масштабъ, чтобы вся снимаемая мѣстность могла помѣститься на одномъ листѣ.

А чтобы опредѣлить какой для этого должно принять масштабъ, то поступаютъ такъ: зная длину бока мензулы, которая напримѣръ будетъ 22 дюйма, должно два дюйма отдѣлить на край, и слѣдовательно рамка будетъ въ 20 дюймовъ: предположимъ, что снимаемая мѣстность имѣетъ наибольшій размѣръ 12 верстъ или 6000 сажень; слѣдовательно раздѣливъ 6000 на 20 получивъ 300; очевидно, что принявъ дюймъ за 300 сажень, вся снимаемая мѣстность помѣстится на одномъ листѣ. Принявъ этотъ масштабъ составляютъ сѣть какъ выше было описано.

Когда сѣть будетъ готова, то ее раздѣляютъ на такія части, чтобы каждая часть по принятому масштабу могла помѣстится на одномъ мензульномъ листѣ.

Для раздѣленія сѣти нужно знать: 1) величину той мензулы, которою будетъ производиться съемка и 2) данный для съемки масштабъ. По этимъ даннымъ и должно сдѣлать расчисленіе такого рода: пусть (чер. 223) ММ предетавляетъ мензульный листъ съ триангуляціею, которая составлена въ масштабъ 300 сажень въ дюймѣ, а NN' (чер. 224) есть доска той мензулы, которою будутъ производиться съемка. Предположимъ что длина линіи nn' есть 10 дюймовъ, а данный для съемки масштабъ 100 сажень въ дюймѣ, стало быть длина бока nn по принятому масштабу будетъ выражать 100×10 т. е. 1000 сажень или 2 версты, линія же $pp'=12$ верстамъ: слѣдовательно линія nn составляетъ $^1/_6$ часть линіи pp и такъ каждый бокъ мензулы ММ нужно раздѣлить на шесть равныхъ частей, для чего посрединѣ мензулы ММ проводятъ линію ПН параллельно pp и раздѣляютъ ее на шесть равныхъ частей: потомъ черезъ точки дѣленія проводятъ линіи перпендикулярно къ ПП, послѣ того, на одномъ изъ перпендикуляровъ, начиная отъ линіи pp' откладываютъ послѣдовательно $^1/_6$ долю линіи НП' и черезъ полученныя точки проводятъ параллели къ линіи ПП, отъ чего мензульной листъ ММ раздѣлится на равные квадраты, изъ которыхъ каждый будетъ выражать уменьшенный квадратъ мензульной рамки NN'. Квадраты обозначаютъ цифрами и буквами, такъ какъ это показано на чертежѣ 223.

Когда сѣть будетъ раздѣлена, тогда точки каждаго квадрата переносятъ на тѣ мензулы, которыми будетъ производится съемка. Перенесеніе точекъ дѣлается или помощію засѣчекъ, или перпендикулярами.

На мензулѣ обыкновенно чертятъ квадратъ если сѣть раздѣлена на точные квадраты, или переносятъ рамку того четыреугольника, котораго точки должны быть перенесены.

Чтобы начертить квадратную рамку, то проводятъ сначала одну линію параллельно краю мензулы (чер. 224), напримѣръ nn и на ней отступя отъ одного края откладываютъ 5 и еще 5 дюймовъ, потомъ изъ средины этой линіи возставляютъ перпендикуляръ способомъ геометрическимъ и на немъ отъ подошвы его откладываютъ тоже 10 дюймовъ, потомъ изъ концовъ линій nn описываютъ дуги радіусомъ равнымъ 10 дюймамъ, а изъ конца перпендикуляра описываютъ дуги радіусомъ равнымъ 5 дюймамъ, точки пересѣченія дугъ соединяютъ между собою и съ концами линіи nn, отъ чего и получится квадратъ. Для удостовѣренія вычисляютъ діагональ этого квадрата, т. е. линіи nn и $n\,n$ (по формулѣ что квадратъ гипотенузы равенъ суммѣ квадратовъ катетовъ имѣемъ $nn' = \sqrt{2\,(\overline{nn'})^2}$, но $nn = 10$ дюймамъ; nn и $n'n'''$ будетъ равна $\sqrt{2(10)^2} = \sqrt{200} = 14{,}14$): взявъ эту величину по масштабу, нужно отложить по діагонали, и если она уложится точно отъ n до n и отъ n' до n''' значитъ квадратъ построенъ вѣрно.

Теперь предположимъ, что требуется на мензулу перенести рамку четыреугольника $zt\,xy$ (чер. 223), для этого на линіи nn', откладываютъ утроенную длину линіи zt. (т. е. ее нужно увеличить во столько разъ, во сколько разъ масштабъ взятый для составленія съ ней менѣе масштаба съемки, потомъ изъ точки n описываютъ дугу радіусомъ равнымъ $3zx$, а изъ n описываютъ дугу радіусомъ равнымъ $3tx$, изъ полученной точки n', пересѣченія этихъ дугъ описываютъ дугу радіусомъ равнымъ $3xy$, а изъ n описываютъ дугу радіусомъ равнымъ $3zy$ соединивъ n''' съ n и съ n'', а эту послѣднюю съ n' получимъ увеличенный четыреугольникъ $ztxy$.

Начертивъ рамку $nn\,n'\,n''$, переносятъ съ мензулы ММ точки соотвѣтственнаго четыреугольника такимъ образомъ: взявъ циркулемъ длину линіи za и увеличивъ ея въ три раза, откладываютъ отъ n по линіи $n'n''$ отъ чего и получаютъ точку a соотвѣтственную точкѣ a, точно также наносятъ точку m и всѣ точки лежащія на рамкѣ. Для нанесенія точекъ, лежащихъ внутри четыреугольника употребляютъ способъ или засѣчекъ, или перпендикуляровъ, такъ напримѣръ: пусть требуется нанести точку b засѣчками, взявъ длину bz и утроивъ ее, изъ точки n' описываютъ дугу; потомъ взявъ величину by утроиваютъ ее и изъ точки n'' описываютъ дугу; пересѣченіе этихъ дугъ дастъ точку b' соотвѣтственную точкѣ b. Чтобы нанести точку f перпендикулярами, то для этого, сначала опускаютъ перпендикуляръ fh, измѣривъ линію th и утроивъ ее откладываютъ по линіи nn отъ n, изъ полученной точки h' возставляютъ перпендикуляръ и отложивъ на немъ утроенную величину перпендикуляра fh получимъ точку f' соотвѣтственную точкѣ f.

Для отысканія на общей съти мѣста, соотвѣтственнаго листу мензулы, принято на мензульныхъ листахъ дѣлать надписи такъ какъ это показано на чертежѣ 224, которая обозначаетъ, что этотъ листъ лежитъ въ углѣ ORII', въ ряду B и въ ряду № 1.

Для нанесенія точекъ сѣти помощію перпендикуляровъ употребляется особый приборъ, состоящій изъ линейки и треугольника; на краю линейки нарѣзается простой масштабъ, дюймъ раздѣляется на 20 частей. На короткомъ катетѣ треугольника назначается нонІусъ такъ: линію въ 49 частей масштаба дѣлятъ на 50 частей, слѣдовательно точность отсчитывания будетъ $\frac{1}{20} : 50 = 0{,}001$ дюйма.

Чтобы опредѣлить длину перпендикуляра, то поступаютъ такъ: приложивъ линейку къ tz такъ, чтобы нуль дѣленія совпадалъ съ точкою t (чер. 223), прикладываютъ къ ней треугольникъ короткимъ катетомъ и отодвигаютъ его до тѣхъ поръ, пока другой катетъ пройдетъ черезъ точку f, тогда сосчитываютъ по нонІусу длину линіи th, при этомъ замѣчаютъ и точку h; потомъ приложивъ линейку къ hf такъ, чтобы нуль упалъ въ точку h, опредѣляютъ длину fh также какъ опредѣляли длину th, а зная эти линіи, наносятъ ихъ на мензулу увеличивая въ потребное число разъ.

3) Всю снимаемую мѣстность разбиваютъ на квадратные участки такой величины, чтобы каждый изъ нихъ могъ по принятому масштабу помѣститься на одномъ мензульномъ листѣ, потомъ каждый изъ таковыхъ участковъ снимается независимо одинъ отъ другаго, отъ чего всѣ ошибки въ одной съемкѣ не будутъ имѣть рѣшительно никакого вліянія на другія съемки.

Для разбивки мѣстности предварительно нужно опредѣлить величину участковъ, что и дѣлаютъ такъ: пусть длина бока мензулы, которою будетъ производиться съемка будетъ 20 дюймовъ, масштабъ для съемки 100 сажень въ дюймѣ; слѣдовательно бокъ мензулы по принятому масштабу будетъ выражать $20 \times 100 = 2000$ сажень, или 4 версты. Опредѣливъ это, приступаютъ и къ самой разбивкѣ снимаемой мѣстности, для чего сначала проводятъ линію (по большей части по направленію меридіана) напримѣръ AB (чер. 225), потомъ начинаютъ ее измѣрять и черезъ каждыя 4 версты ставятъ колышки, напримѣръ a и b, потомъ черезъ эти точки проводятъ перпендикуляры къ линіи AB и одинъ изъ нихъ измѣряютъ, начиная отъ главной линіи въ обѣ стороны, при чемъ черезъ каждыя 4 версты тоже ставятъ колышки, напримѣръ m, m' и т. п. Черезъ эти замѣченныя точки проводятъ параллели къ главной линіи AB; отъ чего вся мѣстность разобьется на требуемые участки.

Въ каждомъ изъ этихъ участковъ избираютъ отдѣльные базисы и составляютъ, усобую триангуляцію.

Такъ какъ избранный базисъ долженъ быть нанесенъ на мензулу относительно границъ участка, то для этого сначала снимаютъ самую границу участка такимъ образомъ: пусть требуется снять границу участка $abm'm$ (чер. 225), поставя горизонтально мензулу въ точку a, избираютъ на ней точку n, (чер. 226), которую и приводятъ въ отвѣсное

положеніе съ точкою a; приложивъ алидаду, къ проведенной линіи mn''', оріентируютъ мензулу по am, потомъ прикладываютъ алидаду къ точкѣ n и визируютъ на точку b; проведя линію по краю алидады и измѣривъ линію ab, откладываютъ горизонтальное проложеніе ея длины по линіи соотвѣтственной ab, отъ чего и получаютъ точку n', поставя горизонтально мензулу надъ точкою b и приведя точку n' въ отвѣсное положеніе съ точкою b, оріентируютъ мензулу по линіи ab, а черезъ n' направляютъ на m', измѣривъ линію bm' откладываютъ по масштабу горизонтальное проложеніе ея длины отъ n'; потомъ уставя горизонтально мензулу надъ точкою m'' и приведя точку n'' въ отвѣсное положеніе съ точкою m'', оріентируютъ мензулу по линіи $m''b$ и черезъ n' направляютъ на m, измѣривъ линію $m''m$, откладываютъ отъ n' найденное горизонтальное проложеніе, отъ чего получимъ точку n; потомъ ставятъ мензулу въ точку m и оріентировавъ на линіи mn направляютъ черезъ m на a и измѣряютъ линію am, отложивъ горизонтальное проложеніе ma отъ точки n''' по линіи mn''' получится невязка. Указавъ снятую фигуру приступаютъ къ нанесенію избраннаго базиса DF; для чего линію DF продолжаютъ до встрѣчи съ какою либо границею участка; потомъ измѣривъ линію mII, откладываютъ ея длину на мензулѣ (чер. 226) отъ точки n''', отъ чего и получится точка f соотвѣтственная точкѣ II, установя надъ точкою II горизонтально мензулу и приведя точку f въ отвѣсное положеніе съ точкою II оріентируютъ мензулу по линіи am, послѣ чего черезъ точку f направляютъ на F и отложивъ отъ f найденное горизонтальное проложеніе длины линіи HF получаютъ точку h, т. е. одинъ конецъ базиса, а отложивъ отъ f найденное горизонтальное проложеніе длины линіи DH получимъ точку h', т. е. другой конецъ базиса; слѣдовательно базисъ будетъ нанесенъ вѣрно относительно границъ квадрата; а имѣя базисъ, уже легко составить сѣть пользуясь прежде описанными правилами.

Когда при граничномъ обходѣ участка съемщикъ найдетъ, что одинъ изъ боковъ квадрата лежитъ на мѣстности удобной для базиса, то лучше всего принять этотъ бокъ за базисъ для двухъ ближнихъ участковъ.

Если же по мѣстнымъ препятствіямъ въ какомъ либо участкѣ нельзя будетъ избрать мѣста для базиса, то въ такомъ случаѣ по составленіи сѣти въ одномъ изъ смежныхъ участковъ должно опредѣлить двѣ или три точки на границѣ прилегающей къ этому участку и избравъ изъ нихъ двѣ, должно принять ихъ за оконечности базиса и по нимъ уже и составить сѣть.

§ 90. Составленіе сѣти по перенесеннымъ точкамъ и направленіямъ.

Когда сѣть составлена въ уменьшенномъ видѣ, тогда при перенесеніи точекъ ея на отдѣльныя мензулы снова составляется сѣть на каждой мензулѣ, съ цѣлію какъ можно больше имѣть точно опредѣленныхъ точекъ.

Для составленія же сѣти необходимо имѣть по меньшей мѣрѣ двѣ точки опредѣленныя относительно пунктовъ начальной сѣти; но очень часто бываетъ, что даже и двухъ точекъ начальной сѣти не переходитъ на мензульный листъ, тогда должно будетъ поступать такимъ образомъ:

1) Предположимъ, что (чер. 227) перенесено на мензулу одно направленіе ab и точка f; въ этомъ случаѣ должно опредѣлить на мензулѣ еще хотя одну точку. Для чего, установивъ горизонтально мензулу въ произвольную точку взятую на данномъ направленіи и оріентировавъ мензулу по линіи ab, визируютъ черезъ точку f на соотвѣтственную точку мѣстности F; потомъ линію Fm измѣряютъ и величину ея откладываютъ на сдѣланномъ направленіи отъ точки f; при этомъ если другая ножка циркуля точно придетъ въ точку m, то стало быть точка m избрана на мензулѣ вѣрно, относительно данныхъ точекъ A и B, въ противномъ случаѣ нужно описать изъ точки f дугу радіусомъ равнымъ найденному разстоянію и пересѣченіе этой дуги съ линіею ab выразитъ точку стоянія, такъ напримѣръ n, а имѣя эти двѣ точки (nf) можно составить сѣть, принимая ихъ за окопечныя точки базиса.

2) Пусть (чер. 228) будетъ перенесено на мензулу точка a и направленіе ab; при этомъ могутъ быть два случая: 1) когда можно стать съ мензулою въ точку A мѣстности, и 2) когда точка A неприступна.

1-й случай. Установивъ горизонтально мензулу такъ, чтобы точка a (чер. 228) была отвѣсно надъ точкою A и оріентировавъ мензулу по линіи AB дѣлаютъ направленіе на какую нибудь точку M; линію AM измѣряютъ и отложивъ отъ a горизонтальное проложеніе AM, будемъ имѣть на мензулѣ другую опредѣленную точку m.

Но если бы линію AM (чер. 228) измѣрить было нельзя, тогда должно поступить такъ: уставя мензулу горизонтально надъ точкою A такъ, чтобы точка a была отвѣсно надъ A, оріентируютъ мензулу по AB и изъ точки a дѣлаютъ направленія на избранную точку M и еще на какую нибудь произвольно взятую точку N; при этомъ если бы линію AN можно было измѣрить, то нанеся ея горизонтальное проложеніе отъ a по an и перейдя въ точку N можно будетъ засѣчкою опредѣлить точку M, но если и AN измѣрить нельзя, то должно установить горизонтально мензулу надъ опредѣляемою точкою M и оріентировавъ по линіи AM, изъ произвольно взятой на мензулѣ точки m должно сдѣлать направленіе на N, потомъ измѣривъ линію MN нанести ея горизонтальное проложеніе отъ точки n' по линіи $n'm$ и пусть это будетъ линія $n'h$, проведя изъ точки h параллель къ линіи an получимъ точку m', которая и будетъ выражать собою точку стоянія M; слѣдовательно на мензулѣ будетъ двѣ точки, по которымъ можно составить сѣть.

2-й случай. Если точка A неприступна, тогда поступаютъ такъ (чер. 229): взявъ на линіи AB произвольную точку N, ставятъ надъ ней горизонтально мензулу и оріентировавъ по линіи AB направляютъ изъ произвольно взятой на мензулѣ точки n на ту точку, которую хотятъ

опредѣлить, наприм. на точку M, измѣривъ линію NM, переходятъ съ мензулою въ точку M, установя надъ нею горизонтально мензулу, оріентируютъ ее по линіи MN и сдѣлавъ визированіе черезъ точку a на A, откладываютъ горизонтальное проложеніе MN отъ n по линіи nm и пусть конецъ его будетъ въ точкѣ h, тогда слѣдуетъ изъ точки h провести параллель къ линіи na и полученная точка f выразитъ на мензулѣ точку стоянія M; а проведя изъ точки f параллель къ линіи nh до пересѣченія съ линіею ab получимъ точку n', которая выразитъ точку N мѣстности.

Здѣсь разсмотрѣнъ тотъ случай, когда линію NM можно измѣрить, въ противномъ же случаѣ должно поступать такъ: надъ произвольною точкою F (чер. 230) взятою на линіи AB ставятъ горизонтально мензулу и оріентировавъ ее по линіи AB изъ произвольной точки f, направляютъ на ту точку, которую желаютъ опредѣлить, напримѣръ на M и на другую произвольно взятую, напримѣръ на N, потомъ переходятъ въ опредѣляемую точку M и устанавливаютъ надъ нею горизонтально мензулу, оріентировавъ мензулу по линіи MF черезъ точку a, дѣлаютъ направленіе на A; потомъ изъ произвольной точки m, взятой на линіи ff'' направляютъ на точку N и линію MN измѣряютъ, найденное горизонтальное проложеніе наносятъ по линіи mn, отъ точки n; изъ полученной точки n' даютъ параллель къ линіи nf которая пересѣчетъ линію fm въ точкѣ n'', тогда точка n'' будетъ выражать точку мѣстности M точно опредѣленную относительно линіи ab и точки f; но такъ какъ точка f то же взята произвольно, то для опредѣленія ея положенія относительно a; очевидно, нужно весь чертежъ подвинуть такъ, чтобы линія fm оставаясь себѣ параллельною пересѣкла направленіе черезъ a на A въ разстояніи отъ ab равномъ fn'', для чего должно изъ n'' провести параллель къ mn а изъ полученной точки m' параллель къ fm, тогда точка f выразитъ точку мѣстности F, а точка m' точку мѣстности M; а имѣя двѣ точки можно составить сѣть.

3) Пусть (чер. 231) будетъ перенесено на мензулу два направленія ab и fh, соотвѣтственныя направленіямъ AB и HD на мѣстности, тогда избравъ такую точку на линіи AB, что бы изъ ея можно было сдѣлать промѣръ до линіи DH, ставятъ надъ этою точкою горизонтально мензулу, оріентировавъ по линіи AB дѣлаютъ направленіе на произвольную точку M взятую на линіи HD. Пусть это направленіе будетъ nm, измѣривъ разстояніе отъ точки стоянія до точки M, откладываютъ его горизонтальное проложеніе по линіи nm отъ точки n, изъ полученной точки n' проводятъ параллель къ линіи ab, отъ чего получится точка m'; проведя изъ нея параллель къ nn' получимъ точку n'', которая и выразитъ точку стоянія, а точка m' точку M мѣстности, а имѣя двѣ точки на мензулѣ и на мѣстности можно составить сѣть способами уже описанными.

Мы разсмотрѣли способъ составленія сѣти въ томъ случаѣ, когда на данной мѣстности не было сѣти тригонометрической; если же на мѣстности

будетъ сѣть тригонометрическая, тогда цѣлый бокъ, или часть бока треугольника тригонометрической сѣти можетъ быть принята за базисъ, тогда принявъ оконечности этой линіи за концы базиса составляется сѣть способами вышеописанными. Но предположимъ что у насъ есть сѣть тригонометрическая, наложенная на бумагу и раздѣленная на квадраты для съемки мензулами, то скорѣе всего можно предположить, что на мензульный листъ перейдетъ или одна точка сѣти. или только направленія соединяющія точки сѣти; тогда для нанесенія этихъ направленій на мензульныя листы должно поступать слѣдующимъ образомъ (чер. 232): предположимъ, что точки a, b, f, суть точки сѣти, а квадраты MNAH, NPBA, ABDF и т. д. суть рамки для мензулъ, и пусть на мензульный листъ ABDF требуется перенести точки n, m, h, m'; зная координаты точекъ a, b, f, A, B, D, F, намъ будутъ извѣстны и длины линій aa', bb', ff'' и bb'' (какъ линій параллельныхъ оси ординатъ). a'A, Ab', f''F, Fb'', (какъ линій параллельныхъ оси абсцисъ).

Чтобы опредѣлить разстояніе точки m отъ A, то разсмотримъ два подобныхъ треугольника $aa'm$ и mbb' изъ которыхъ имѣетъ $\frac{a'm}{aa'} = \frac{mb'}{bb'}$, откуда $\frac{mb'}{b'b} = \frac{a'm + mb'}{aa' + bb'}$; $mb' = \left(\frac{a'm + mb'}{aa' + bb'}\right) \times bb'$; или $mb' = \frac{a'b \times bb'}{aa' + bb'}$, линія же mA будетъ равна mb'—Ab' стало быть точку m можно нанести. Чтобы опредѣлить точку n относительно A, или линію An, то разсмотримъ два подобныхъ треугольника mnA и bmb', въ которыхъ An : bb' = Am : mb'; An = $\frac{bb' . An}{mb'}$. Подобнымъ же образомъ можно опредѣлить положеніе точекъ m' и h, тогда по перенесеніи этихъ точекъ будемъ имѣть на мензулѣ направленія mn и hm', а руководствуясь вышеизложеннымъ можно опредѣлить и положеніе нѣкоторыхъ точекъ мѣстности, по которымъ можно составить и сѣть.

Въ заключеніе о составленіи триангуляціи мензулою, считаю полезнымъ присовокупить, что для доставленія дѣйствію всевозможной точности должно соблюдать слѣдующее:

1) Сначала составлять сѣть (если дозволитъ мѣсто), по возможности избирая треугольники большаго размѣра; потомъ принимая ихъ бока за новые базисы составлять второй рядъ треугольниковъ меньшаго размѣра и послѣ того, если будетъ нужно то увеличить число опредѣляемыхъ точекъ, принимая бока меньшихъ треугольниковъ за новые базисы; при этомъ нужно стараться повѣрять свои дѣйствія какъ можно чаще, для чего и поступаютъ такъ: опредѣливъ какую нибудь точку, напримѣръ обратною засѣчкою, прикладываютъ алидаду къ этой точкѣ и къ какой

нибудь уже опредѣленной точкѣ и смотрятъ, покрываетъ ли коллимаціонная плоскость соотвѣтственную точку мѣстности. Послѣ того прикладываютъ алидаду къ точкѣ вновь опредѣленной и къ какой нибудь другой тоже опредѣленной и снова замѣчаютъ, покрываетъ ли коллимаціонная плоскость соотвѣтственную точку мѣстности; сдѣлавъ три или четыре такихъ направленія, можно быть увѣрену къ точности опредѣленія точки.

2) При составленіи сѣти и вообще при мензульной съемкѣ должно соблюдать, чтобы линіи, опредѣляющія положеніе точки не пересѣкались подъ углами слишкомъ острыми или тупыми, а поэтому если разстояніе между данными на мензулѣ точками будетъ не значительно, а опредѣляемая точка значительно удалена, то необходимо должна послѣдовать острая засѣчка; а чтобы избѣжать этого, то должно поступить такъ: пусть съ концевъ прямой ab (чер. 233), слѣдуетъ опредѣлить точку f, то возбѣжаніе острой засѣчки можно опредѣлить сперва точки h и h', а потомъ съ концевъ линіи hh можно опредѣлить и точку f.

3) При составленіи сѣти необходимо дѣлать визированія на всѣ видимыя точки и черезъ это самое получится возможность безпрестанно повѣрять опредѣляемыя точки, и

4) По возможности стараться чтобы точка стоянія находилась отвѣсно подъ соотвѣтственною точкою на мензулѣ.

Примѣчаніе. Считаемъ не лишнимъ разсмотрѣть вліяніе, оказываемое неточною установкою мензулы относительно точки стоянія на точность опредѣленія. Предположимъ (чер. 234), что требовалось при точкѣ B нанести уголъ ABD, но мензула была поставлена такъ, что точка E на мензулѣ, соотвѣтственная точкѣ B мѣстности была не отвѣсно-надъ точкою B и потому будетъ нанесенъ уголъ не ABD но AED, для опредѣленія разности угловъ ABD и AED обратимся къ формулѣ, по которой приводятся углы къ центру стоянія (смотри § 52),

т. е. $b-a=\frac{m\,.\,sin(y+a)}{n\,.\,sin1''}-\frac{m\,.\,sin y}{h\,.\,sin1''}$. Разсматривая эту формулу видимъ, что длина разстоянія точки стоянія отъ данныхъ входитъ въ знаменателя; стало быть съ увеличеніемъ h и n дроби будутъ уменшатся, значитъ и разность ихъ во столько же разъ будетъ уменшатся; а изъ этого видитъ, что съ увеличеніемъ разстоянія ошибка въ углѣ уменшается; понятно также, что съ увеличеніемъ m будетъ увеличиваться и погрѣшность въ углѣ. Не смотря на незначительность этой погрѣшности, она можетъ имѣть значительное вліяніе при опредѣленіи положенія точекъ, и въ самомъ дѣлѣ, если предположимъ, что направленіе линіи отъ неточности установки измѣнило ея положеніе, напримѣръ на 2′, то перейдя на конецъ этой линіи и оріентировавъ по ней мензулу, получимъ положеніе доски уже ошибочно на 2′; если и при этой точкѣ, соотвѣтственная точка не будетъ отвѣсна надъ точкою мѣстности, то получится ошибка еще болѣе, и такъ наконецъ дойдетъ до значительной величины, которая будетъ имѣть и значительное вліяніе на опредѣленіе точекъ.

Изъ разсмотрѣннаго нами, мы приходимъ къ слѣдующему заключенію: тамъ гдѣ послѣдовательныя точки стоянія близки одна къ другой, то необходимо точно устанавливать мензульную доску, т. е. чтобы точка на мензулѣ была отвѣсно надъ соотвѣтствующею ей точкою на мѣстности.

§ 91. Производство съемки контуръ мѣстности.

По составленіи сѣти приступаютъ къ съемкѣ контуръ мѣстности, для чего предварительно нужно приготовить мензульныя доски, т. е. наклеить бумагу и на ней начертить квадратную рамку, что и дѣлаютъ точно такимъ же образомъ, какъ это описано въ §§ 87 и 89. Для производства же самой съемки имѣются слѣдующіе пріемы.

1) Засѣчками.

Чтобы снять данную кривую *abfhmn* (чер. 235) помощію засѣчекъ, то для этого избираютъ двѣ точки, изъ прежде опредѣленныхъ, самыя ближайшія къ снимаемой кривой, въ случаѣ если таковыхъ нѣтъ, то вновь опредѣляютъ двѣ точки лежащія близъ снимаемой кривой, такъ напримѣръ пусть избраны двѣ точки A и B. съемщикъ осматриваетъ снимаемую кривую и выставляетъ, во всѣхъ главныхъ изгибахъ ея, вѣхи: потомъ устанавливаетъ горизонтально мензулу надъ точкою, напримѣръ A и оріентировавъ ее по линіи AB дѣлаетъ черезъ A направленія на всѣ выставленныя вѣхи, т. е. на *a*, *b*, *f*, *n* и *m*, потомъ переходитъ въ точку B. устанавливаетъ надъ нею горизонтально мензулу и оріентировавъ по линіи AB, черезъ точку B засѣкаетъ всѣ сдѣланныя направленія, тогда соединивъ полученныя точки абрисуется и самый контуръ снимаемой кривой.

Но если бы по какимъ либо причинамъ нельзя было стать съ мензулою въ точкѣ B, тогда должно будетъ стать съ мензулою въ какую нибудь изъ опредѣляемыхъ точекъ, напримѣръ въ *h*, гдѣ установивъ горизонтально мензулу оріентируютъ по линіи A*h* и тогда точку стоянія опредѣляетъ обратною засѣчкою на точку B, а потомъ изъ полученной на мензулѣ точки *h* засѣкаютъ и всѣ направленія сдѣланныя черезъ точку A.

Этотъ способъ съемки съ особою пользою можетъ быть употребленъ при снятіи овраговъ, рѣкъ, болотъ и озеръ, имѣющихъ топкіе берега, гдѣ измѣреній производить неудобно. Вообще этотъ пріемъ можетъ быть употребленъ съ пользою тамъ, гдѣ промѣры неудобны.

При производствѣ съемки засѣчками, должно избѣгать слишкомъ острыхъ и тупыхъ засѣчекъ и вообще принять за правило не дѣлать засѣ-

чекъ менѣе 30 градусовъ, т. е. чтобы два направленія пересѣкаясь образовали уголъ не менѣе 30 и не болѣе 150 градусовъ.

2) Обходомъ.

Предположимъ (чер. 236), что нужно снять обходомъ контуру ABIIDEF, для этого установивъ горизонтально мензулу надъ одной изъ вершинъ угловъ контуры, напримѣръ надъ A, оріентируютъ бокъ мензулы по меридіану и избираютъ точку на мензулѣ такъ, чтобы вся снимаемая контура могла помѣститься на мензулѣ, потомъ черезъ избранную точку a визируютъ по провѣшенной линіи AB и измѣривъ ея длину, откладываютъ по масштабу отъ точки a найденное горизонтальное проложеніе, черезъ что получается точка b, соотвѣтствующая точкѣ B мѣстности. потомъ устанавливаютъ горизонтально мензулу надъ точкою B и оріентировавъ по линіи ab, направляютъ черезъ точку b по провѣшенной линіи BII; линію BII измѣряютъ и найденное горизонтальное проложеніе наносятъ по масштабу отъ точки b, черезъ что получается на мензулѣ точка h, соотвѣтственная точкѣ II мѣстности; наконецъ переносятъ мензулу въ точку II и продолжаютъ дѣлать обходъ такъ, какъ это было описано до начальнаго пункта A. Если случится несмыкаемость фигуры, то ее увязываютъ однимъ изъ способовъ описанныхъ въ § 40.

Когда бокъ мензулы былъ оріентированъ по меридіану, то описанную съемку можно ускорить, становясь съ мензулою черезъ одну вершину, такъ напримѣръ (чер. 236), сдѣлавъ изъ a направленіе по линіи AB, переходятъ съ мензулою въ точку II и отложивъ длину горизонтальнаго проложенія линіи AB по масштабу, получаютъ точку b соотвѣтственную точкѣ B мѣстности, оріентировавъ мензулу по меридіану будемъ имѣть, что линія ab параллельна AB; потомъ дѣлаютъ черезъ b направленіе по линіи BII и отложивъ длину горизонтальнаго проложенія линіи BII отъ b получимъ на мензулѣ точку стоянія II; потомъ изъ нея направляютъ на слѣдующую точку D и продолжаютъ точто такъ, какъ выше описано.

Если бы потребовалось снять обходомъ контуръ криволинейный, то прежде должно около него составить многоугольникъ, который и снимать какъ выше описано, а положеніе кривой границы опредѣлять перепендикулярами, при этомъ съемщикъ слѣдя за мѣрою линіи на отдѣльной бумажкѣ записываетъ разстояніе между подошвами перпендикуляровъ, опущенныхъ изъ главныхъ изгибовъ кривой и длину самыхъ перепендикуляровъ, дойдя до конца линіи, съемщикъ наноситъ найденныя разстоянія между подошвами перепендикуляровъ, и возставя изъ полученныхъ точекъ перпендикуляры, откладываетъ длину ихъ. Соединивъ найденныя черезъ это точки, получаютъ и самую снимаемую криволинейную контуру.

Положеніе кривой можетъ быть снято и засѣчками точно такъ, какъ это описано въ § 91, ст. 1.

Способъ съемки обходомъ съ пользою можетъ быть употребленъ при снятіи границъ лѣсовъ и крупныхъ кустарниковъ, а также и при снятіи рѣкъ, ручьевъ, дорогъ и овраговъ, лежащихъ внутри лѣса; но съемка обходомъ имѣетъ своего рода и невыгоду, именно: что ошибки сдѣланныя въ углѣ. или въ мѣрѣ линій переходятъ и на всѣ остальные углы и линіи и только тогда могутъ быть замѣчены, когда обходъ будетъ конченъ.

Примѣчаніе. Если такого рода съемка производится на мѣстности, покрытой сѣтью и одна изъ вершинъ угловъ снимаемаго контура есть точка сѣти, то эту вершину должно принять за начальный пунктъ и оріентировавъ мензулу по имѣющемуся боку трпугольника начинать обходъ. Но если мѣстность и покрыта сѣтью, а точка принятая за начальную не принадлежитъ ей, то должно опредѣлить положеніе ея относительно уже опредѣленныхъ пунктовъ сѣти, и тогда оріентировавъ мензулу по линіи соединяющей вновь найденную точку съ точкою сѣти начинать обходъ.

3) Промѣрами изъ одной точки стоянія.

Когда при съемкѣ встрѣтится такой небольшой контуръ, что изъ какой нибудь прежде опредѣленной точки M (чер. 237), лежащей внутри этого контура можно будетъ сдѣлать промѣры во всѣ вершины угловъ снимаемаго многоугольника, тогда поступаютъ такъ: ставъ въ точку M съ мензулою приводятъ ее въ положеніе горизонтальное и оріентируютъ мензулу по имѣющемуся на ней боку трпугольника сѣти; потомъ обозначивъ вѣхами вершины угловъ снимаемаго контура, дѣлаютъ изъ точки M направленіе на всѣ вѣхи, послѣ чего линіи MA, MB и т. д. промѣряютъ и найденныя горизонтальныя проложенія откладываютъ (по масштабу) отъ точки M, по соотвѣтственнымъ направленіямъ. Соединивъ полученныя черезъ это точки a, b, h, n и т. д. получимъ и самый снимаемый контуръ.

При промѣрахъ линій MA, MB и т. д. съемщикъ слѣдя за мѣрою, отмѣчаетъ на особой бумажкѣ всѣ переходы контуръ качествъ и углы наклоненій измѣренныхъ линій и потомъ нанеся все это на планъ будемъ имѣть и самыя контуры.

Но если при такой съемкѣ случится, что какую нибудь линію измѣрить нельзя, напримѣръ ME, то сдѣлавъ направленіе изъ M на точку E, можно измѣрить линію DE и изъ точки n описать дугу радіусомъ равнымъ горизонтальному проложенію линіи DE, тогда пересѣченіе дуги съ линіею ME и выразитъ искомую точку E, или можно поступить такъ: перейдя съ мензулою въ точку D, засѣчь точку E. Точно такой же пріемъ должно употребить, если бы всѣ линіи, исключая одной измѣрить было невозможно.

Когда на мензулѣ будутъ точки, опредѣленныя триангуляціею, то если бы и случилось, что сдѣланныя направленія мѣрить было не возможно, тогда въ этомъ случаѣ должно перейдти съ мензулою въ какую нибудь точку, наприм. въ А и засѣчь ее на извѣстную точку сѣти, а потомъ черезъ нее можно засѣкать и всѣ другія направленія.

При производствѣ такого рода съемки, полезно для промѣровъ употреблять шнуръ (лучше если есть два, ибо въ то время, когда будутъ сматывать одинъ, другимъ можно производить мѣру); также съ пользою можно употреблять дальномѣръ, тогда вмѣсто вѣхъ нужно ставить рейку.

Этотъ пріемъ съ пользою можетъ быть употребленъ для съемки небольшихъ открытыхъ контуръ встрѣчающихся внутри лѣса.

Здѣсь мы предположили, что точка М есть точка сѣти: но если бы точка М не принадлежала сѣти, то предварительно положеніе ея должно опредѣлить помощію точекъ сѣти. Если же случится, что снимаемый контуръ отдѣльный и онъ не войдетъ на планъ, то полезно, при снятіи, бокъ мензулы оріентировать по меридіану.

4) Промѣрами.

Способъ промѣровъ состоитъ въ измѣреніи линій пересѣкающихъ мѣстность въ различныхъ направленіяхъ.

Самое же дѣйствіе производится такъ: пусть (чер. 238) А, В, Н, D, точки сѣти. Съемщикъ начинаетъ дѣйствіе промѣромъ съ точки А на точку D, при чемъ онъ ведетъ абрисъ всѣмъ переходамъ качествъ. Если при этомъ встрѣтитъ какую нибудь криволинейную контуру, то снимаетъ ее перпендикулярами, дойдя до точки a и видя, что далѣе до точки D лежитъ одно качество, съемщикъ сворачиваетъ отъ a на Н; измѣряя эту линію, онъ опять ведетъ абрисъ, и дойдя до b, поворачиваетъ опять на D для обрисовки контуръ, лежащихъ между точекъ b и D; дойдя до n и видя, что далѣе до D одно качество, опять поворачиваетъ на Н, и дойдя до m, поворачиваетъ на В; потомъ дойдя до h и видя, что до В остается одно качество, поворачиваетъ на А и т. д. При таковой съемкѣ обыкновенно ведется абрисъ (чер. 239).

Произведя промѣры, съемщикъ по абрису наноситъ все снятое на мензулу такимъ образомъ: соединивъ на мензулѣ точки А и D, откладываетъ длину Aa, потомъ соединяетъ a съ Н и откладываетъ ab; соединивъ b съ D откладываетъ bn и т. д.

Когда ломаная будетъ нанесена, то по абрису наносятъ и всѣ подробности, отъ чего и получится подробный планъ снимаемаго участка.

Для большей вѣрности будетъ не лишнее при съемкѣ сдѣлать промѣры, напримѣръ fВ и mН и тогда увязка ихъ удостовѣритъ въ вѣрности работы.

Но если бы снимаемый участокъ былъ, напримѣръ лѣсъ (чер. 240), то для снятія его границы съемщикъ начинаетъ промѣры отъ пункта сѣти A на пунктъ сѣти B, и дойдя до a съемщикъ видитъ, что съ этой точки удобно взять линію ближе къ опушкѣ лѣса и потому поворачиваетъ на пунктъ сѣти D и дѣлаетъ промѣръ; при чемъ изъ главныхъ изгибовъ кривой проводитъ перпендикуляры на ab, измѣряетъ ихъ и записываетъ разстоянія между ихъ подошвами; дойдя до b и видя, что линія промѣровъ можетъ далеко уклониться отъ снимаемой кривой, съемщикъ поворачиваетъ на пунктъ сѣти F; дойдя до h и видя, что далѣе идти не нужно поворачиваетъ на пунктъ сѣти E; и такимъ образомъ продолжаетъ обходъ; при чемъ постоянно опредѣляетъ положеніе снимаемой кривой перпендикулярами, опуская ихъ изъ изгибовъ кривой на линіи промѣровъ.

Способъ промѣровъ съ особою пользою можетъ быть употребленъ при мѣстности открытой, т. е. гдѣ можно удобно видѣть пункты сѣти и гдѣ можно дѣлать промѣры не портя посѣвовъ и особенно онъ полезенъ тогда, когда внутри снимаемаго участка много разнородныхъ контуръ.

5) Помощію параллельныхъ линій.

Этотъ способъ состоитъ въ слѣдующемъ: когда мѣстность для съемки раздѣлена на квадраты такой величины, что каждый квадратъ помѣщается на одномъ мензульномъ листѣ, тогда съемщикъ сдѣлавъ граничный обходъ своего квадрата, дѣлитъ стороны его на равныя части и разбиваетъ весь свой квадратъ рядомъ параллельныхъ линій; при этомъ должно руководствоваться слѣдующими соображеніями: если въ снимаемомъ участкѣ много мелкихъ контуръ, то должно проводить параллели ближе другъ къ другу, такъ наприм. на разстояніи 50 сажень, а когда мало, то рѣже, т. е. сажень на 100 или на 200, потомъ всѣ, назначенныя на мензулѣ, параллельныя линіи прокладываютъ въ полѣ такимъ образомъ: измѣривъ на мензулѣ разстояніе первой параллели отъ рамки, отмѣряютъ такую же длину и въ натурѣ и надъ этою точкою ставятъ горизонтально мензулу, по ориентированіи мензулы (по границѣ участка) прикладываютъ алидаду къ проведенной параллели и по направленію діоптровъ вѣшатъ линію. Точно также провѣшиваютъ и всѣ параллели. Потомъ послѣдовательно начинаютъ измѣрять всѣ эти параллели; при чемъ замѣчаютъ всѣ переходы контуръ. Границы этихъ контуръ снимаютъ перпендикулярами; но если при этомъ встрѣтится контура, лежащая между параллелями, то ее можно будетъ снять или засѣчьками, или перпендикулярами, смотря потому, какой способъ съемки удобнѣе будетъ приложить.

Съемка пареллельными линіями съ пользою можетъ быть употреблена, тамъ гдѣ снимаемая мѣстность покрыта кустарникомъ, между которымъ находится много мелкихъ контуръ; главный недостатокъ этого способа,

состоитъ въ медленности работы, но не смотря на это, онъ очень полезенъ тѣмъ, что нельзя пропустить какой либо контуръ.

§ 92. Съемка мензулою чрезполосныхъ владѣній.

Такого рода съемка производится способами преждеописанными, выборъ ихъ будетъ зависѣть отъ положенія полосъ владѣній; но такъ какъ полосы большею частію лежатъ рядомъ, такъ наприм. (чер. 241) *abmn'*, *bmff'* и т. д. то при этомъ съ пользою можно употребить способъ промѣровъ: при которомъ должно принять за непремѣнное правило: чтобы линіи промѣровъ проходили по ширинѣ полосъ и притомъ если возможно то, чтобы онѣ пересѣкали полосы подъ прямымъ угломъ къ ихъ длинѣ. При такой съемкѣ углы полосъ должно опредѣлять перпендикулярами такимъ образомъ: дѣлая промѣръ по линіи AB для снятія угловъ *a* и *b* полосы *abmn'*, изъ *a* опускаютъ на линію AB перпендикуляръ *an*, а изъ *b* перпендикуляръ *bn''*, которые и измѣряютъ.

При назначеніи границъ полосъ, должно выставлять колья съ номерами и на планѣ тоже должно назначать эти колья и подписать № №, а если позволитъ мѣсто, то и фамиліи владѣльцевъ полосъ.

Когда нужно будетъ производить съемку селеній, то линіи промѣровъ должно брать по улицѣ и сзади строеній, такъ напримѣръ (чер. 242) AB, DE, FH; производя промѣръ этихъ линій помощію перпендикуляровъ опредѣляютъ углы контуръ и домовъ. Если же селеніе расположено гнѣздами, то углы гнѣздъ, такъ напримѣръ: перпендикуляры *aa'*, *bb'*, *ff'* и т. д. опредѣляютъ углы конопляниковъ, перпендикуляры *a'''* *a''''*, *mm'* *nn'* и т. д. опредѣляютъ углы гнѣздъ.

§ 93. Повѣрка мензульной съемки.

При повѣркѣ мензульной съемки можно употреблять слѣдующія пріемы:

1) Если на снимаемой мѣстности была составлена сѣть, то избравъ какую нибудь опредѣленную триангуляціею точку, или какую либо произвольную и опредѣливъ положеніе ея по тремъ даннымъ, устанавливаютъ надъ нею горизонтальную мензулу, орієнтируютъ ее и прикладывая алидаду къ точкѣ стоянія и къ другимъ опредѣленнымъ точкамъ, должно смотрѣть, будутъ ли волоски покрывать соотвѣтственныя точки; если это будетъ выполняться, то можно положиться, что точки опредѣлены вѣрно; потомъ дѣлаютъ направленіе на какую нибудь тоже опредѣленную точку, или на произвольно взятую, въ послѣднемъ случаѣ на мензулѣ проводится линія визированія и начинаютъ измѣрять эту линію и, если при

измѣреніи окажется, что всѣ переходы контуръ на планѣ будутъ сходны съ промѣрами въ натурѣ, то можно положиться что съемка вѣрна.

2) Если мѣстность была разбита на квадраты, то повѣрку можно будетъ сдѣлать способомъ промѣровъ, или отъ угловъ мензулы, или отъ точекъ, взятыхъ произвольно на мѣстности и опредѣленныхъ, или по тремъ, или по двумъ даннымъ.

§ 94. Практическія замѣчанія при производствѣ съемки мензулою.

При съемкѣ мензулою полезно съемщику принять во вниманіе слѣдующее:

1) Всѣ линіи проводить карандашемъ острокопечнымъ и притомъ по самому краю алидады и какъ можно длиннѣе, черезъ это при ориентированіи получается большая точность.

2) Не дѣлать засѣчекъ слишкомъ острыхъ и тупыхъ, т. е. что бы углы засѣчекъ не превышали 150 градусовъ и не были бы менѣе 30 градусовъ.

3) По окончаніи дневной работы всѣ снятыя контуры вычертить тушью по условнымъ знакамъ и ни какъ не позволять себѣ оставлять до другаго дня; въ противномъ случаѣ, оставя до другаго дня съемщикъ можетъ позабыть нѣкоторыя подробности и черезъ то впасть въ ошибки.

4) Названія всѣхъ контуръ подписывать въ полѣ при самомъ производствѣ работъ, а не полагаться на память. Еще полезнѣе вести особый журналъ, гдѣ тоже записывать все что относится къ съемкѣ.

5) Должно наносить на планы встрѣченные границы: губерній, уѣздовъ, волостей, селъ и деревень, всѣ найденныя тригонометрическіе пункты и межевые признаки и не забывать назначеніе снимаемаго плана, сообразно съ цѣлію котораго должно наносить на него и все то, что требуется цѣлію плана.

ГЛАВА XVII.

ДАЛЬНОМѢРЫ.

§ 95. Дальномѣръ Эртеля.

При дѣйствіяхъ простыхъ дальномѣровъ, (который описанъ въ § 18) встрѣчаются слѣдующія неудобства: 1) съемщикъ самъ долженъ приготовить рейку, что весьма затруднительно, и 2) простой дальномѣръ не приспособленъ къ измѣренію угловъ наклоненія при опредѣленія разстояній лежащихъ на наклонной плоскости; неудобства эти послужили поводомъ Эртелю усовершенствовать дальномѣръ, т. е. приспособить его ко всякой рейки и къ опредѣленію разстояній, лежащихъ горизонтально и наклонно.

а) Устройство (чер. 243).

Главныя части дальномѣра одинаковы съ кипрегелемъ, особенности его есть слѣдующія:

1) Ось вращенія трубы дѣлается гораздо длиннѣе и со стороны трубы укрѣпляютъ секторъ $aa'\ bb'$, дуга котораго раздѣлена на градусы (отъ нуля въ обѣ стороны).

2) Къ колонѣ придѣлана пластинка f, прилегающая къ дугѣ сектора и на ней начерченъ ноніусъ, черта его означенная нулемъ должна совпадать съ нулемъ дуги сектора; если оптическая ось трубы будетъ параллельна къ нижней плоскости линейки.

3) На противуположномъ концѣ оси вращенія надѣто кольцо m, оканчивающееся рычагомъ n, который проходитъ между винтомъ R и пружиною X; сверху кольца m проходитъ винтъ p, по ослабленіи его труба получаетъ свободное движеніе, а для сообщенія ей медленнаго движенія служитъ микрометренный винтъ R.

Назначеніе сектора состоитъ въ измѣреніи угловъ наклоненія оси трубы. Это основано на слѣдующемъ (чер. 244): пусть ab представляетъ ось трубы, поставленную параллельно къ нижней плоскости линейки mm, тогда нуль ноніуса совпадаетъ съ нулемъ сектора. Когда ось приметъ направленіе $a'\ b'$, тогда дуга сектора между нулемъ сектора и нулемъ ноніуса будетъ измѣрять уголъ x, но уголъ x равенъ углу y; какъ углы составленные перпендикулярными боками; уголъ же y есть уголъ накло-

нія оси трубы; слѣдовательно этотъ уголъ измѣряется тою дугою, на которую нуль сектора отойдетъ отъ нуля пояса, назначеннаго на пластинкѣ *f*. Понятно, что если линейка *mm* будетъ горизонтальна, ось трубы приметъ положеніе параллельное съ данною наклонною линіею; тогда уголъ *x* выразитъ уголъ наклоненія данной линіи.

Трубу обхватываетъ два кольца *t* и *y*, которыя сжимаются винтами *y'*, *t'*. Надъ кольцемъ *t* устроена рамка *a''a''* съ натянутыми въ ней взаимно перпендикулярными волосками, а надъ кольцемъ *y* устроена круглая пластинка *b''b''* съ круглымъ отверстіемъ. Назначеніе пластинки и рамки есть то, что когда предметъ лежитъ близко и трубу трудно установить такъ, чтобы онъ былъ ясно видѣнъ, то визированіе производится черезъ скважину пластинки и черезъ волоски сѣтки *a''a''*.

4) Устройство трубы дальномѣра отличается отъ устройства трубы кипрегеля только одною сѣткою.

Устройство сѣтки есть слѣдующее (чер. 245): на металлической круглой дощечкѣ AB сдѣлано отверстіе *aa*, и на этой дощечкѣ натянуты два взаимно перпендикулярные волоска *ff* и *bb*, другіе два горизонтальные волоска *n'n'* и *m'm'* натянуты на отдѣльныхъ пластинкахъ D и E, пружинка *p* упираясь въ шрифты *m* и *m* стремятся расширить пластинки D и E, а винты F, F удерживаютъ ихъ. Отвинчивая винты F, F волоски *n'n'* и *m'm'* будетъ удалятся другъ отъ друга, а ввинчивая они будутъ сближаться.

Сѣтка вставляется въ трубу съ глазнымъ стекломъ и соединена съ кольцомъ SS, находящимся на верху трубы, съ движеніемъ этого кольца движется и сѣтка.

Въ послѣднее время сѣтку начали устраивать такъ: на мѣдномъ кругѣ AB (чер. 246) вырѣзано круглое отверстіе *a*, въ которомъ натянуты два взаимно перпендикулярные волоска *bb* и *b'b'* такъ, чтобы пересѣченіе ихъ совпадало съ центромъ отверстія *a*. Въ отдѣльной пластинкѣ HH сдѣлано такое же круглое отверстіе *m*, съ натянутыми крестообразно волосками *nn* и *n'n'*. Пластинка H помощію винта N и пружины *hh* можетъ быть приближена и отдалена отъ отверстія *a*.

Противъ дощечки AB устанавливается другая дощечка DD, въ которой вставлены выпуклыя стекла F и M такъ, чтобы оптическія оси этихъ стеколъ проходили бы черезъ пересѣченіе волосковъ, натянутыхъ въ отверстіяхъ *a* и *m*. Дощечка DD можетъ быть перемѣщаема такъ, чтобы нити натянутыя въ отверстіяхъ *a* и *m* казались черными и рѣзкими чертами.

b) Установка.

Установка трубы дѣлается одинаково какъ и въ кипрегелѣ.

Кольцо N (чер. 243) служитъ во 1-хъ для того чтобы повысить или опустить среднюю нить *bb*, что бываетъ нужно сдѣлать когда нуль сектора

несовпадаетъ съ нулемъ нонiуса, а нонiусъ неподвиженъ и во 2-хъ чтобы вертикальному волоску сѣтки дать перпендикулярное положеніе къ нижней плоскости линейки, для чего въ первомъ случаѣ дѣйствуютъ винтами $m'm$ а во второмъ ослабивъ винты $m''m''$, поворачиваютъ кольцо N вмѣстѣ съ окулярною трубкою, и когда нитямъ дадутъ требуемое положеніе, то винты $m''m''$ закрѣпляютъ. Чтобы разсматриваемый предметъ былъ ясно видѣнъ, то малое колѣно передвигаютъ помощію винта T.

Если же въ дальномѣрѣ сѣтка новаго устройства, то для видимости нитей подвигается только пластинка DD,

Установка сѣтки дѣлается такъ: избравъ на мѣстности линію приблизительно горизонтальную, точно измѣряютъ ее, потомъ устанавливаютъ въ одномъ концѣ рейку, а въ другомъ дальномѣръ и винтами FF (чер. 245) устанавливаютъ волоски $n'n$ mm' такъ, чтобы между линіями зрѣнія помѣщалось число дѣленій рейки равное число сажень измѣренной линіи, такъ напримѣръ пусть длина взятой линіи будетъ 100 сажень, тогда замѣтивъ дѣленіе, покрытое среднимъ волоскомъ, отчитываютъ отъ него вверхъ 50 дѣленій рейки и внизъ 50 и приводятъ подвижные волоски nn' $m'm'$ такъ, что бы они покрыли эти дѣленія, тогда очевидно, что каждое дѣленіе рейки будетъ соотвѣтствовать одной сажени разстоянія.

c) Изслѣдованія.

1) Параллельна ли ось вращенія трубы къ нижней плоскости линейки.

Это изслѣдуется точно также, какъ это было описано при повѣркѣ кипрегеля (въ примѣчаніи).

2) Перпендикулярность оптической оси къ оси вращенія изслѣдуется такъ: приведя доску мензулы въ горизонтальное положеніе и установивъ на ней дальномѣръ, направляютъ пересѣченіе среднихъ волосковъ сѣтки на повѣшенную веревку съ грузомъ на концѣ, потомъ слегка трубу понижаютъ и если при этомъ точка пересѣченія нитей не сойдетъ съ веревки, то это удостовѣритъ, что оптическая ось трубы перпендикулярна къ оси вращенія; въ противномъ случаѣ нужно передвинуть вертикальную нить сѣтки и снова повторить изслѣдованіе.

3) Направивъ вертикальную нить трубы на повѣшенную веревку съ грузомъ, должно посмотрѣть сквозъ скважину пластинки $b''b''$, покрываетъ ли вертикальный волосокъ рамки $a''a''$ ту же нить, если не покрываетъ, то должно повернуть кольцо съ рамкою.

4) Чтобы изслѣдовать, будетъ ли оптическая ось трубы параллельна нижней плоскости линейки тогда, когда нуль нонiуса будетъ совпадать съ нулемъ сектора, то поступаютъ такъ: избравъ какую нибудь наклонную линію, въ одномъ концѣ ея ставятъ горизонтально мензулу, напримѣръ въ точкѣ A (чер. 247), пусть при совпаденіи нулей сектора и но-

ніуса оптическая ось трубы имѣла положеніе hh. Направимъ оптическую ось трубы на точку B удаленную отъ D на разстояніе равное AA′ отчитаемъ показаніе на секторѣ, т, е. m, дѣйствительный же уголъ наклоненія линіи AD есть a равный $m+b$; потомъ устанавливаютъ горизонтально мензулу въ точкѣ D (чер. 248) и тогда при совмѣщеніи сектора и ноніуса оптическая ось трубы приметъ положеніе $h'h'$; потомъ направляютъ оптическую ось трубы на точку F отстоящую отъ A на разстояніе равное DH: при чемъ отсчитываютъ по сектору уголъ n, но дѣйствительный уголъ наклоненія линіи DA будетъ $a=n-b$, и такъ $m+b=n-b$, $n-m=2b$; $b=\frac{n-m}{2}$; если эта величина положительная, то при повышеніи мѣстности ее нужно отнимать отъ отсчета, а если отрицательная придавать, при пониженіи мѣстности поступать обратно. Если же ноніусъ подвижной (чер. 243), то ослабивъ винты kk должно передвинуть ноніусъ на величину $\frac{n-m}{2}$; т. е. увеличить отсчетъ; если $\frac{n-m}{2}$ отрицательная величина и уменьшить, если положительная и потомъ винты kk закрѣпить.

d) Употребленіе дальномѣра.

Чтобы опредѣлить разстояніе дальномѣромъ уже установленнымъ, то поступаютъ такъ: въ одинъ конецъ ставятъ рейку, въ другой дальномѣръ и наводятъ трубу на рейку такъ, чтобы вертикальная нить покрыла рейку. Наведя нижнюю нить на дѣленіе, означенное нулемъ, сосчитываютъ число дѣленій до той точки, которую покроетъ верхній волосокъ и число этихъ дѣленій выразитъ число сажень въ опредѣляемомъ разстояніи.

Если опредѣляемое разстояніе будетъ болѣе того, при которомъ установлена сѣтка, тогда должно навести нижній волосокъ на нуль и отсчитать число дѣленій до средняго волоска; потомъ навести средній волосокъ на нуль и отсчитать до верхняго волоска, тогда сумма дѣленій обѣихъ отсчитываній выразитъ число сажень въ измѣряемой линіи; въ случаѣ если нуля на рейкѣ не будетъ видно, то должно нижній или верхній волосокъ навести на конецъ рейки и сосчитать до средняго волоска, тогда удвоивъ число дѣленій сосчитанныхъ на рейкѣ получимъ длину линіи.

Если измѣряемая линія будетъ лежать негоризонтально, то должно поступать такъ какъ это изложено въ § 18-мъ.

§ 96. Дальномѣръ по методѣ Штампфера (чер. 249).

a) Устройство.

Дальномѣръ Штампфера устраивается такъ: линейка AA, подставками BB соединяется съ линейкою *mm*. Линейка *mm* помощію шарнира *a* соединяется съ подставкою E. Подставка D помощію микрометреннаго винта F можетъ подниматься и опускаться; въ гнѣзда этихъ подставокъ вкладывается труба MM съ крестообразно натянутыми волосками, а между подставками помѣщается уровень *nn*.

На подставкѣ D дѣлается дугообразная шкала DD′, раздѣленная на части. Винтъ F нарѣзается такъ, чтобы одинъ его оборотъ соотвѣтствовалъ одному дѣленію шкалы. Для отсчитыванія дѣленій шкалы на концѣ линейки *mm* назначенъ показатель *b*. Для опредѣленія же частей каждаго дѣленія шкалы на винтѣ F дѣлается ободокъ HH, который раздѣляется на 100 равныхъ частей; слѣдовательно каждое дѣленіе ободка составляетъ одну сотую долю оборота винта, или одну сотую долю дѣленія шкалы; кромѣ того, можно еще на глазъ оцѣнивать части каждаго изъ дѣленій ободка, отъ чего и будутъ получаться тысячныя доли дѣленій шкалы. Дѣленія на ободкѣ отсчитываются помощію показателя *f*.

Внутри цилиндра LL помѣщается спиральная пружина, которая и удерживаетъ микрометренный винтъ въ постоянномъ напряженіи.

b) Изслѣдованіе.

Въ дальномѣрѣ устроенномъ по методѣ Штампфера должно изслѣдовать параллельность оптической оси трубы къ оси уровня, что и производится такъ: поставя дальномѣръ на горизонтально установленную мензульную доску, ставятъ показателя *b* на 20-е дѣленіе шкалы, а показателя *f* на нуль ободка и приведя точно пузырекъ уровня на средину замѣчаютъ ту точку, которую покроетъ пересѣченіе волосковъ трубы; проведя по краю линейки AA линію, переставляютъ дальномѣръ противуположными концами, трубу перекладываютъ въ обоймицахъ, и установя пузырекъ уровня точно на средину трубки смотрятъ, покрываетъ ли пересѣченіе волосковъ прежде замѣченную точку; если покрываетъ, то оптическая ось трубы параллельна къ оси уровня; въ противномъ случаѣ должно винтомъ *h* исправить на половину погрѣшности и снова произвести изслѣдованіе такимъ же образомъ.

c) Употребленіе.

При опредѣленіи разстояній помощію дальномѣра Штампфера употребляется рейка съ двумя значками, прикрѣпленными на извѣстномъ разстояніи другъ отъ друга. Самое же опредѣленіе разстояній дѣлается такъ (чер. 250): пусть требуется найдти длину горизонтальной линіи AB; поставивъ въ точку A горизонтально мензулу и на нее дальномѣръ; въ точку B ставятъ отсѣсно рейку съ двумя знаками (цѣлями) и наводятъ послѣдовательно оптическую ось трубы на верхнюю и на нижнюю цѣль рейки; при чемъ оба раза записываютъ показаніе шкалы и ободка такъ: пусть при горизонтальномъ положеніи оптической оси трубы показаніе шкалы и ободка было a, при наведеніи на верхній значекъ D показаніе было b и при наведеніи на нижній значекъ F показаніе было f; пусть горизонтальная линія есть ME, которую безъ погрѣшности можно приравнять измѣряемой линіи AB, и такъ разсмотримъ теперь, какъ можетъ опредѣлиться длина ME. Предположимъ, что линія yx представляетъ шкалу и начало счета дѣленій есть точка y. По неназначительности изгиба дуги шкалы совершенно можно принять линію xy параллельною къ BE; тогда изъ подобія треугольниковъ EMF и xMm можемъ написать MF: Mm = ME: Mx; изъ подобія треугольниковъ DMF и nMm имѣемъ, что MF: Mm = DF: nm; но въ этихъ пропорціяхъ первыя отношенія однѣ и тѣ же, а въ такомъ случаѣ изъ вторыхъ составимъ пропорцію такъ: FD nm = ME: Mx, откуда $ME = \frac{Mx.\ DF}{mn}$; величина mn равна $(yn—ym)$ умноженной на величину одного дѣленія шкалы, которое пусть будетъ t; но yn есть $b\ .\ t$, а ym есть $f\ .\ t$; слѣдовательно $mn = t.(b—f)$; преположимъ, что DF равно N и тогда подставя получимъ $ME = AB = Mx.\frac{N}{(b—f).t}$. Разсматривая это равенство видимъ что $\frac{Mx}{t}$ есть величина постоянная, зависящая отъ устройства инструмента. Замѣнивъ эту величину $\frac{Mx}{t}$ черезъ k получимъ, что $AB = \frac{N.\ k}{b—f}$ ..... (1): Это есть формула опредѣляющая длину искомой горизонтальной линіи AB.

Такъ какъ k есть величина постоянная для одного и того же инструмента, то она опредѣляется только одинъ разъ, слѣдующимъ образомъ: изъ формулы (1) $k = \frac{AB.\ (b—f)}{N}$. Взявъ на мѣстности приблизительно

горизонтальную линію, измѣряютъ ее съ точностію, и тогда длина этой линіи замѣнитъ членъ AB, потомъ ставятъ въ одинъ конецъ взятой линіи рейку, а въ другой инструментъ и при различныхъ положеніяхъ винта F дѣлаютъ направленіе на верхнюю и на нижнюю цѣль, при чемъ всякій разъ записываютъ показаніе шкалы и ободка, черезъ что найдемъ $(b—f)$ опредѣленный нѣсколько разъ; сходство этихъ разностей послужитъ удостовѣреніемъ, что нарѣзки винта F сдѣланы вѣрно. Взявъ средину изъ полученныхъ величинъ $(b—f)$ должно помножить на величину горизонтальнаго проложенія измѣреннаго разстоянія и потомъ раздѣлить на разстояніе между цѣлями, напримѣръ: AB = 50 саж. N = 1 саж. и пусть при наведеніи имѣли:

b = 18,89	= 23,65	= 32,33	= 38,56
f = 12,44	= 17,21	= 25,90	= 32,12
$b—f$ = 6,45	= 6,44	= 6,43	= 6,44

Средняя величина $(b—f) = 6,44$, и такъ $k = \frac{(b—f)AB}{N}$, при N равномъ одной сажени, $k = 6,44 \times 50 = 322,0$.

Числовой примѣръ опредѣленія разстояній.

Пусть при опредѣленіи разстоянія нашли $b—f = 1,04$, тогда разстояніе между точками стоянія рейки и инструмента будетъ $D = \frac{322,0}{1,04} N$.

Если N = 1 сажени, то D = 309,6 сажени, при N = 1½ саж. D = = 472,11 саж.

Примѣчаніе. Если въ какомъ нибудь нивеллирѣ постоянное число k будетъ = 321,8, то при опредѣленіи разстоянія съ пользою можно употребить таблицу № 1-го, приложенную въ сочиненіи Г. Мейена „Наставленіе къ нивеллированію помощію нивеллиръ дальномѣра Штампфера“.

При измѣреніи линій наклонныхъ должно для опредѣленія горизонтальнаго проложенія вводить ту же поправку, какъ и при дальномѣрѣ Эртеля.

§ 97. Дальномѣръ Эртеля съ уровнемъ на кругѣ. (чер. 251).

Такъ какъ при употребленіи дальномѣра очень часто случается точно опредѣлять углы наклоненія данныхъ линій, для чего доска мензулы должна быть точно приводима въ горизонтальное положеніе, чего при обыкновенныхъ уровняхъ употребляемыхъ при мензулѣ достигнуть почти невозможно, поэтому Эртелемъ въ послѣднее время устроенъ дальномѣръ, отличающійся отъ прежде описаннаго тѣмъ; что онъ прибавилъ уровень на трубѣ, употребленіе котораго совершенно одинаково, какъ и употребленіе уровня на трубѣ при кипрегелѣ. Въ послѣднее время Эртель сдѣлалъ еще слѣдующія усовершенствованія: онъ замѣнилъ секторъ полнымъ кругомъ A раздѣленнымъ на четверти градуса. Ось вращенія трубы на глухо соединилъ съ алидадою, на которой устроенъ ноніусъ съ точностію отсчитыванія до одной минуты.

Къ цилиндру B привинченъ рычагъ D, а къ кругу A привинченъ рычагъ E, черезъ который проходитъ винтъ F, обернутый спиральною пружиною. Съ кругомъ A соединенъ уровень такъ: одинъ конецъ помощію винта *a*, а другой помощію винта *b*, чувствительность уровня соотвѣтствуетъ точности ноніуса. Труба устроена такъ, что она можетъ быть переводима черезъ зенитъ. Ось вращенія трубы проходитъ черезъ пустой цилиндръ прикрѣпленный къ стержню H; стержень H входитъ въ пустую колону LL и привинчивается винтомъ M. Винты *m* и *m* служатъ къ тому, чтобы немного измѣнять положеніе круга; а винты *n*, чтобы привести ось вращенія въ параллельное положеніе съ нижнею плоскостію линейки NN.

Повѣрка этого дальномѣра совершенно одинакова, какъ повѣрка кипрегеля съ уровнемъ на трубѣ, но употребленіе его нѣсколько легче, именно: приведя доску мензулы приблизительно въ горизонтальное положеніе, помощію винта F приводятъ пузырекъ уровня на средину трубки, и тогда если поставить нуль ноніуса въ совпаденіе съ нулемъ лимба, то оптическая ось будетъ точно горизонтальна. Употребленіе этого дальномѣра совершенно одинаково, какъ употребленіе обыкновеннаго дальномѣра Эртеля.

КОНЕЦЪ ПЕРВАГО ОТДѢЛА.

2007098237